

PCT/JP03/14702

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

19.11.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

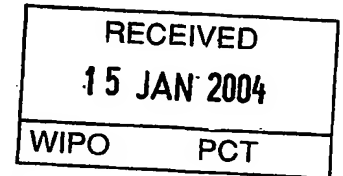
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年11月19日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-334604

[ST. 10/C]: [JP2002-334604]

出 願 人
Applicant(s): 松村 英樹
株式会社石川製作所

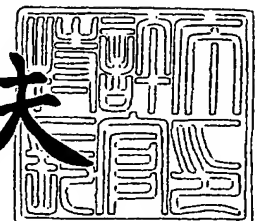


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 M2056IS3

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/136

【発明者】

 【住所又は居所】 石川県金沢市南四十万 3 丁目 9 3 番地

 【氏名】 松村 英樹

【発明者】

 【住所又は居所】 石川県松任市坊丸町 3 番地

 【氏名】 木田 健一郎

【発明者】

 【住所又は居所】 石川県金沢市寺地 1 丁目 1 9 - 1 0

 【氏名】 南 茂平

【特許出願人】

 【識別番号】 596141550

 【住所又は居所】 石川県金沢市南四十万 3 丁目 9 3 番地

 【氏名又は名称】 松村 英樹

【特許出願人】

 【識別番号】 000147774

 【住所又は居所】 石川県金沢市南森本町 9 5 番地

 【氏名又は名称】 株式会社石川製作所

 【代表者】 直山 泰

【代理人】

 【識別番号】 100105809

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 木森 有平

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 047429

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0016406

【包括委任状番号】 0214285

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画素制御素子の選択転写方法及びその方法に使用される画素制御素子の実装装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の画素を制御する画素制御素子を平面ディスプレイ基板上に転写する画素制御素子の転写方法において、

複数の画素を制御する複数の集積回路が表面に形成された画素制御素子用基板を保持基板に固定する工程と、画素制御素子用基板を集積回路ごとに切断した画素制御素子をピックアップ用基板に固定する工程と、ピックアップ用基板上の画素制御素子を選択的にピックアップ装置に吸着保持させて平面ディスプレイ基板に転写する工程とを備え、

上記画素制御素子形成用基板に、その第 1 の方向については平面ディスプレイ基板上における第 1 の方向での画素制御素子の配列ピッチ p_x を自然数 m で除した p_x/m の配列ピッチ、及び、第 1 の方向に直交する第 2 の方向については平面ディスプレイ基板上における第 2 の方向での画素制御素子の配列ピッチ p_y を自然数 n で除した p_y/n の配列ピッチとなるように画素制御素子を複数形成し、

上記ピックアップ用基板に転写した画素制御素子の中から、平面ディスプレイ基板上での画素制御素子の配列ピッチ p_x 、 p_y に対応する画素制御素子のみを選択的にピックアップ装置に吸着保持させて、平面ディスプレイ基板に転写することを特徴とする画素制御素子の選択転写方法。

【請求項 2】 前記集積回路が複数形成された画素制御素子用基板を保持基板に固定する工程において、保持基板上に、画素制御素子の集積回路が形成された面を下向きにして画素制御素子形成用基板の保持基板と接触する面に接着させ、

前記画素制御素子用基板を集積回路ごとに切断した画素制御素子をピックアップ用基板に固定する工程において、上記画素制御素子用基板を表裏反転するようにピックアップ用基板に転写させた後に画素制御素子用基板を集積回路ごとに切断することを特徴とする請求項 1 記載の画素制御素子の選択転写方法。

【請求項 3】 前記集積回路が複数形成された画素制御素子用基板を保持基板

に固定する工程において、保持基板上に、画素制御素子の集積回路が形成された面を下向きにして画素制御素子形成用基板の保持基板と接触する面に接着させ、集積回路面を保持基板側に向けた状態となるように接着し、

前記画素制御素子用基板を集積回路ごとに切断した画素制御素子をピックアップ用基板に固定する工程において、上記保持基板上の画素制御素子用基板を集積回路ごとに切断した後に、画素制御素子用基板を表裏反転するようにピックアップ用基板に転写させることを特徴とする請求項 1 記載の画素制御素子の選択転写方法。

【請求項 4】 前記集積回路が複数形成された画素制御素子用基板を保持基板に固定する工程における保持基板と画素制御素子用基板との接着力と、前記画素制御素子用基板を集積回路ごとに切断した画素制御素子をピックアップ用基板に固定する工程におけるピックアップ用基板と画素制御素子用基板との接着力とが異なることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 記載の画素制御素子の選択転写方法。

【請求項 5】 前記集積回路が複数形成された画素制御素子用基板を保持基板に固定する工程における保持基板と画素制御素子用基板との接着手段と、前記画素制御素子用基板を集積回路ごとに切断した画素制御素子をピックアップ用基板に固定する工程におけるピックアップ用基板と画素制御素子用基板との接着手段とが異なることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 記載の画素制御素子の選択転写方法。

【請求項 6】 前記平面ディスプレイ基板の表面に透明な熱可塑性樹脂膜を形成し、ピックアップ用基板上の画素制御素子を選択的にピックアップ装置に吸着保持させて平面ディスプレイ基板に転写する工程において、

上記ピックアップ装置の画素制御素子を吸着する面には、あらかじめフッ素樹脂が塗布されており、上記透明な熱可塑性樹脂膜の塑性変形によって画素制御素子を保持することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 記載の画素制御素子の選択転写方法。

【請求項 7】 前記透明な熱可塑性樹脂膜の塑性変形による画素制御素子の保持は、ピックアップ装置に吸着された画素制御素子が透明な熱可塑性樹脂膜に接

触するときに、ピックアップ装置により吸着力と逆の方向へ圧空をかけて画素制御素子を透明な熱可塑性樹脂膜に配置した後にプレスすることにより、透明な熱可塑性樹脂膜を塑性変形させて画素制御素子を保持することを特徴とする請求項 6 記載の画素制御素子の選択転写方法。

【請求項 8】 前記透明な熱可塑性樹脂膜は、透明熱可塑性高分子フィルムを平面ディスプレイ基板にラミネート加工して形成することを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 記載の画素制御素子の選択転写方法。

【請求項 9】 前記画素制御素子を平面ディスプレイ基板に吸着保持させた後、画素制御素子の表面及び平面ディスプレイ基板の表面に透明紫外線硬化樹脂膜を形成し、平面ディスプレイ基板において画素制御素子が保持されない側から紫外線照射を行って透明紫外線硬化樹脂膜を選択的に硬化させた後、画素制御素子の表面の透明紫外線硬化樹脂膜を除去することにより、画素制御素子を選択的に平面ディスプレイ基板に転写することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 記載の画素制御素子の選択転写方法。

【請求項 10】 前記画素制御素子の表面には、信号線を接続するための電極パッドが形成され、長さ及び幅が $30\ \mu\text{m}$ 以上 $500\ \mu\text{m}$ 以下であり、厚さが $20\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下の結晶シリコンチップ或いは多結晶シリコンチップであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 記載の画素制御素子の選択転写方法。

【請求項 11】 前記画素制御素子の表面に、シリコン窒化膜、或いは、シリコン酸化膜による保護膜が形成されていることを特徴とする請求項 10 記載の画素制御素子の選択転写方法。

【請求項 12】 前記画素制御素子は、結晶シリコン基板或いは多結晶シリコン基板表面に画素制御機能を形成した後、 $20\ \mu\text{m}$ 以上、 $100\ \mu\text{m}$ 以下の厚さとなるようその裏面を機械研磨し、その後、サンドブラスト加工或いは、レーザー加工によって、長さ及び幅が $30\ \mu\text{m}$ 以上 $500\ \mu\text{m}$ 以下となるように切断されたものであることを特徴とする請求項 10 又は請求項 11 記載の画素制御素子の選択転写方法。

【請求項 13】 請求項 1 乃至請求項 12 に記載された画素制御素子の選択転

写方法を行う実装装置であって、上記実装装置は、前記ピックアップ用基板上の画素制御素子を選択的にピックアップ装置に吸着保持させて平面ディスプレイ基板に転写する工程を行い、前記画素制御素子を載置する画素制御素子ステージと、直交する3方向に可動自在な機能を有する画素制御素子ピックアップ部と、平面ディスプレイ基板を載置する基板ステージとを備え、

画素制御素子ピックアップ部に形成される吸着穴は、前記第1の方向に対応する方向に p_x の配列ピッチで形成され、かつ前記第2の方向に対応する方向に p_y の配列ピッチで形成されることを特徴とする画素制御素子の実装装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶ディスプレイや有機ELディスプレイ等の平面ディスプレイ基板に、薄膜トランジスタなどの画素制御素子が予め複数形成された基板から選択転写する画素制御素子の選択転写方法及びその方法を使用する画素制御素子の実装装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

液晶ディスプレイや有機ELディスプレイに代表される平面ディスプレイは、ガラス基板（第1の基板ともアレイ基板とも呼ばれる）上に化学気相堆積法（CVD法；Chemical Vapor Deposition）等により絶縁膜、半導体膜等が順次堆積され、半導体集積回路を作製するのと同じ工程を経て、画面を構成する各画素近傍に、薄膜トランジスタ（TFT；Thin Film Transistor）等の微小電子デバイスが形成される。この微小電子デバイスで各画素のオン、オフ、濃淡などを制御することにより、ディスプレイ画像が構成される。すなわち、実際に平面ディスプレイに使用するガラス基板上において直接、TFT等の能動電子デバイスが作製されている。しかし、昨今の大画面化への需要に対応するため、ディスプレイ面積を拡大させようとすると、以下の問題点があった。

【0003】

第一に、平面ディスプレイの拡大に伴い、平面ディスプレイ基板上に微小電子

デバイスを作製するCVD装置等の製造装置を必然的に巨大化させることとなる。また、微小電子デバイス作製の工程が多いため、前述のように巨大化させた製造装置が複数台必要となり、なおかつ、それらを設置するクリーンルームも巨大化させる必要がある。その結果として、製造コストの低減が困難な状況となっていた。

【0004】

第二に、ガラス基板が耐えられる300℃程度の低温における堆積薄膜で作製可能なアモルファス・シリコン(a-Si)膜などが半導体膜として使用されているため、結晶シリコンを使用する半導体電子デバイスに比べ動作性能が劣る。これを解決するために、例えばTFETの移動度を向上させてその動作性能を向上させるよう、堆積されたa-Si膜をレーザー照射により溶融させてポリ・シリコン(poly-Si)を形成し、そのpoly-Si膜を用いて移動度が大きいTFETを作ることにも検討されている。特に、各画素にそれぞれ個別に制御された電流を流すことで発光させる有機ELによるディスプレイでは、a-Si TFETの動作機能では不十分であるとの考えが一般的であり、この点でもレーザー溶融poly-Si膜への期待が広がっている。しかし、レーザー溶融poly-Si膜の作製は高コストであるため、限られた範囲でのみ使用されることが前提とされている。また、a-Si TFETにおいても画面对角寸法が40インチ以上となると、a-Si膜堆積とそれに続くパターン転写工程などの困難さ及び工程コストが共に増大することとなっていた。

【0005】

第三に、ガラス板を基板として用いるディスプレイにおいては、画面サイズが40インチ乃至100インチともなると、ガラス基板の強度を持たせるために板厚を増大させることとなるため、ディスプレイ全体の装置重量が増大してしまい、さらに、これを安定的に設置するために装置構造を大きくする必要があると同時に、これらに必要なコストも上昇してしまっていた。

【0006】

上記の問題点を解決するものとして、TFET等の微小電子デバイスを、ガラス基板ではない別の基板に予め多量に作製し、それをガラス基板上の所定の位置に

実装する技術が既に開示されている（例えば、非特許文献1や特許文献1を参照）。

【0007】

【非特許文献1】

Anne Chiang、「Application of Fluidic Self Assembly TM Technology to Flat Panel Displays」、IDW '00予稿集、ITE, SID発行、平成12年11月29日、p. 195-198

【0008】

【特許文献1】

特開平11-142878号公報

【0009】

非特許文献1には、平面ディスプレイ基板上に画素制御素子（微小電子デバイス）がはまり込む型を作製し、予め別の場所にて多量に作製しておいた画素制御素子を液体とともに流し込むことで実装する方法が開示されている。しかしながら、液体と共に流し込む画素制御素子の量に対して、ディスプレイ基板上の型にうまく入り込む画素制御素子の比率が低いため、実用的ではない。さらに、上記の比率を見込んだ多量の画素制御素子を、ディスプレイ基板に流し込むために、配置されなかった余剰の画素制御素子を回収する必要がある。また、液体と共に流し込む時及び余剰分の回収時において、画素制御素子が直接、ディスプレイ基板上を移動するために、ディスプレイ基板を損傷する恐れがある。

【0010】

一方、特許文献1においては、画素制御素子を平面ディスプレイ基板上における配列ピッチに関連付けてシリコン基板上に形成し、ディスプレイ基板の選択転写される位置に、画素制御素子（微小電子デバイス）がはまり込む凹部を形成し、ディスプレイ基板上にシリコン基板の画素制御素子群を位置合わせした後、紫外線照射を行うことにより、転写したい画素制御素子と別の基板との接着剤の接着力を選択的に弱め、ディスプレイ基板の凹部へ画素制御素子をはめ込む方法が開示されている。また、凹部に接着剤層を形成し、画素制御素子を固定する方法も合わせて開示されている。

【0011】

しかし、画素制御素子を凹部にはめ込むために、凹部は画素制御素子よりも若干大きく形成されることとなり、この大きさの違いによって凹部において画素制御素子にずれが生じ、後の配線工程が困難となる。これを防止するために、画素制御素子と凹部との大きさの違いを小さくすると、わずかな位置ズレにより画素制御素子が傾いてはまり込む可能性がある。したがって、凹部の形成や画素制御素子の位置決めを極めて高精度に行う必要があり、現実的なものではない。また、凹部に接着剤層を形成して固定する場合は、画素制御素子を接着剤層に密着させる際、接着剤層にわずかでもにじみが生じると、近辺の他の画素制御素子も密着させてしまうという危険性がある。そのため、接着剤を極めて微量にかつ極めて正確な位置に塗布することが必要であり、相当なコスト高の原因となる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように、非特許文献1においては、ディスプレイ基板上への画素制御素子の配置の成功率に問題があるばかりでなく、配置されなかった余剰の画素制御素子を除去、回収を行う必要があり、結果として、製造コストの低減を可能とする方法とはなっていない。また、余剰の画素制御素子の除去回収時に、ディスプレイ基板を損傷する恐れがある。

【0013】

一方、特許文献1の手法では、画素制御素子と凹部との大きさの違いによって、画素制御素子が凹部内においてズレを生じたり、凹部に傾いてはまり込んだりする可能性があり、これらを防止するためには極めて高精度な位置決めを行うとともに、場合によっては一つずつ位置ズレの程度を確認する必要があり、コスト低減が図られない。さらに、凹部に接着剤層を形成する場合は、接着剤層がにじみ出ることを防止するため、塗布量及び塗布位置を高精度に制御する必要があり、この点においてもコスト高の原因となっている。また、紫外線照射を行うことにより、転写したい画素制御素子と別の基板との接着剤の接着力を選択的に弱めるにあたり、紫外線ビームを画素制御素子と同じ形状として照射することは困難であるため、実際は画素制御素子より大きなビーム径で照射することが予測され

る。この場合、選択された画素制御素子に隣接する未選択の画素制御素子の接着力を周辺から少しずつ弱めることとなり、特に選択順が遅い画素制御素子においては、選択前にすでに接着力が弱まってしまい、未選択の画素制御素子の配置を誤って乱すことによる位置ズレや落下の原因となる。特許文献1においては、転写の際に画素制御素子の全数を下に向けた状態で紫外線照射を行うため、このような画素制御素子が落下する危険性を有することは重大な問題である。

【0014】

そこで本発明の目的は、液晶ディスプレイや有機ELディスプレイ等の平面ディスプレイに、位置ズレすることなく、容易で正確かつ安価に画素制御素子の選択転写する画素制御素子の選択転写方法及びその方法に使用される画素制御素子の実装装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1記載の画素制御素子の選択転写方法は、複数の画素を制御する画素制御素子を平面ディスプレイ基板上に転写する画素制御素子の転写方法において、複数画素を制御する複数の集積回路が表面に形成された画素制御素子用基板を保持基板に固定する工程と、画素制御素子用基板を集積回路ごとに切断した画素制御素子をピックアップ用基板に固定する工程と、ピックアップ用基板上の画素制御素子を選択的にピックアップ装置に吸着保持させて平面ディスプレイ基板上に転写する工程とを備え、上記画素制御素子形成用基板に、その第1の方向については平面ディスプレイ基板上における第1の方向での画素制御素子の配列ピッチ p_x を自然数 m で除した p_x/m の配列ピッチ、及び、第1の方向に直交する第2の方向については平面ディスプレイ基板上における第2の方向での画素制御素子の配列ピッチ p_y を自然数 n で除した p_y/n の配列ピッチとなるように画素制御素子を複数形成し、上記ピックアップ用基板に転写した画素制御素子の中から、平面ディスプレイ基板上での画素制御素子の配列ピッチ p_x 、 p_y に対応する画素制御素子のみを選択的にピックアップ装置に吸着保持させて、平面ディスプレイ基板上に転写することを特徴とする。

【0016】

この発明においては、保持基板上に、平面ディスプレイ基板上における第1の方向での画素制御素子の配列ピッチ p_x を自然数 m で除した p_x/m の配列ピッチ、及び、第1の方向に直交する第2の方向での画素制御素子の配列ピッチ p_y を自然数 n で除した p_y/n の配列ピッチにて画素制御素子を形成するため、平面ディスプレイ基板に選択的に転写する際、配列ピッチ p_x , p_y に応じて、第1の方向には自然数 m 個ごとに ($m-1$ 個おきに) 選択し、第2の方向には自然数 n 個ごとに ($n-1$ 個おきに) 画素制御素子が選択されることとなる。このとき、本発明によれば、ピックアップ装置を使用して転写するため、選択された画素制御素子のみがピックアップ装置に吸着保持されることとなり、従来の特許文献1のように、未選択の画素制御素子の配置を誤って乱すことが防止される。

【0017】

この発明の請求項2記載の画素制御素子の選択転写方法は、請求項1記載の発明を前提として、前記集積回路が複数形成された画素制御素子用基板を保持基板に固定する工程において、保持基板上に、画素制御素子の集積回路が形成された面を下向きにして画素制御素子形成用基板の保持基板と接触する面に接着させ、前記画素制御素子用基板を集積回路ごとに切断した画素制御素子をピックアップ用基板に固定する工程において、上記画素制御素子用基板を表裏反転するようにピックアップ用基板に転写させた後に画素制御素子用基板を集積回路ごとに切断することを特徴とする。

【0018】

この発明によれば、画素制御素子形成用基板は、集積回路面を表面に向けた状態となるようにピックアップ用基板に転写してから、画素制御素子を形成するため、所定の大きさに切り分ける切断工程において表面側から集積回路面を確認することができ、容易に位置合わせをすることができる。また、請求項1記載の発明と同様、配列ピッチ p_x , p_y を保った状態で画素制御素子をピックアップ装置に吸着保持させるため、未選択の画素制御素子の配列を乱すことなく転写させることができる。

【0019】

本発明の請求項3記載の画素制御素子の選択転写方法は、請求項1記載の発明

を前提として、前記集積回路が複数形成された画素制御素子用基板を保持基板に固定する工程において、保持基板上に、画素制御素子の集積回路が形成された面を下向きにして画素制御素子形成用基板の保持基板と接触する面に接着させ、集積回路面を保持基板側に向けた状態となるように接着し、前記画素制御素子用基板を集積回路ごとに切断した画素制御素子をピックアップ用基板に固定する工程において、上記保持基板上の画素制御素子用基板を集積回路ごとに切断した後に、画素制御素子用基板を表裏反転するようにピックアップ用基板に転写させることを特徴とする。

【0020】

この発明によれば、画素制御素子の集積回路面を保持基板側に向けた状態となるように形成されるため、画素制御素子を所定の厚さにするための機械研磨工程や所定の大きさに切り分ける切断工程において切りくず等が集積回路面に付着することが防止される。また、請求項1記載の発明と同様、配列ピッチ p_x , p_y を保った状態で画素制御素子をピックアップ装置に吸着保持させるため、未選択の画素制御素子の配列を乱すことなく転写させることができる。

【0021】

本発明の請求項4記載の画素制御素子の選択転写方法は、請求項1乃至請求項3記載の発明を前提として、前記集積回路が複数形成された画素制御素子用基板を保持基板に固定する工程における保持基板と画素制御素子用基板との接着力と、前記画素制御素子用基板を集積回路ごとに切断した画素制御素子をピックアップ用基板に固定する工程におけるピックアップ用基板と画素制御素子用基板との接着力とが異なることを特徴とする。

【0022】

この発明によれば、前記保持基板と画素制御素子用基板との接着力と、前記ピックアップ用基板と画素制御素子用基板との接着力とが、任意の異なる接着力に設定されることとなる。これは、保持基板上で行われる工程において必要な保持力と、ピックアップ用基板へ転写した後に行われる工程において必要な保持力とが異なることに対応可能とするものである。

【0023】

本発明の請求項 5 記載の画素制御素子の選択転写方法は、請求項 1 乃至請求項 4 記載の発明を前提として、前記集積回路が複数形成された画素制御素子用基板を保持基板に固定する工程における保持基板と画素制御素子用基板との接着手段と、前記画素制御素子用基板を集積回路ごと切断した画素制御素子をピックアップ用基板に固定する工程におけるピックアップ用基板と画素制御素子用基板との接着手段とが異なることを特徴とする。

【0024】

この発明によれば、前記保持基板と画素制御素子用基板との接着手段と、前記ピックアップ用基板と画素制御素子用基板との接着手段とが、任意の異なる手段に設定されることとなる。例えば、前記保持基板と画素制御素子あるいは画素制御素子用基板との接着手段に、紫外線により接着力を変化させるシートを使用し、前記ピックアップ用基板と画素制御素子あるいは画素制御素子用基板との接着手段に、熱により接着力を変化させるシートを使用することができる。

【0025】

本発明の請求項 6 記載の画素制御素子の選択転写方法は、請求項 1 乃至請求項 5 記載の発明を前提として、前記平面ディスプレイ基板の表面に透明な熱可塑性樹脂膜を形成し、ピックアップ用基板上の画素制御素子を選択的にピックアップ装置に吸着保持させて平面ディスプレイ基板に転写する工程において、上記ピックアップ装置の画素制御素子を吸着する面には、あらかじめフッ素樹脂が塗布されており、上記透明な熱可塑性樹脂膜の塑性変形によって画素制御素子を保持することを特徴とする。

【0026】

この発明によれば、平面ディスプレイ基板の表面に、透明な熱可塑性樹脂膜が形成され、透明な熱可塑性樹脂膜の塑性変形によって画素制御素子が保持されることとなる。塑性変形可能となった透明な熱可塑性樹脂膜は、画素制御素子の底面と側面とに密着し、底面のみによる密着に比べて広範囲な面積において摩擦力の効果が得られ、画素制御素子を強固に保持することができる。また、ピックアップ装置の画素制御素子を吸着する面には、あらかじめフッ素樹脂が塗布されているため、ピックアップ装置が透明な熱可塑性樹脂膜と密着することがなく、透

明な熱可塑性樹脂膜の表面や画素制御素子の表面を汚したり、配置された画素制御素子の配列を誤って乱したりすることが防止される。

【0027】

また、請求項7記載の画素制御素子の選択転写方法は、請求項6記載の発明を前提として、前記透明な熱可塑性樹脂膜の塑性変形による画素制御素子の保持は、ピックアップ装置に吸着された画素制御素子が透明な熱可塑性樹脂膜に接触するときに、ピックアップ装置により吸着力と逆の方向へ圧空をかけて画素制御素子を透明な熱可塑性樹脂膜に配置した後にプレスすることにより、透明な熱可塑性樹脂膜を塑性変形させて画素制御素子を保持することを特徴とする。また、請求項8記載の画素制御素子の選択転写方法は、請求項6又は請求項7記載の発明を前提として、前記透明な熱可塑性樹脂膜は、透明熱可塑性高分子フィルムを平面ディスプレイ基板にラミネート加工して形成することを特徴とする。

【0028】

請求項7記載の発明によれば、まず、ピックアップ装置に吸着された画素制御素子が透明な熱可塑性樹脂膜に接触するときに、ピックアップ装置により吸着力と逆の方向へ圧空をかけて画素制御素子を透明な熱可塑性樹脂膜に配置することとされる。すなわち、画素制御素子がピックアップ装置による圧空を持って押し付けられるように透明な熱可塑性樹脂膜に配置されることとなり、画素制御素子と透明な熱可塑性樹脂膜とが密着することとなる。また、この発明によれば、画素制御素子を透明な熱可塑性樹脂膜に配置した後にプレスすることとされる。プレスの方法においては、透明な熱可塑性樹脂膜を加熱してからプレス装置等によりプレスしても、プレス装置等を加熱してプレスしてもよい。プレスする時期においては、全ての画素制御素子を配置し終えた後に一括して平面ディスプレイ基板全体をプレスするようにしてもよいし、任意の数量だけ画素制御素子を配置した後にプレスするようにしてもよい。また、透明熱可塑性高分子フィルムを平面ディスプレイ基板にラミネート加工して、透明な熱可塑性樹脂膜を形成することは、平坦な膜形成の観点からさらに望ましい。

【0029】

また、請求項9記載の画素制御素子の選択転写方法は、請求項1乃至請求項8

記載の発明を前提として、前記画素制御素子を平面ディスプレイ基板に吸着保持させた後、画素制御素子の表面及び平面ディスプレイ基板の表面に透明紫外線硬化樹脂膜を形成し、平面ディスプレイ基板において画素制御素子が保持されない側から紫外線照射を行って透明紫外線硬化樹脂膜を選択的に硬化させた後、画素制御素子の表面の透明紫外線硬化樹脂膜を除去することにより、画素制御素子を選択的に平面ディスプレイ基板に転写することを特徴とする。

【0030】

この発明によれば、画素制御素子を平面ディスプレイ基板に保持させた後、画素制御素子の表面及び平面ディスプレイ基板の表面を覆うように透明紫外線硬化樹脂膜を形成し、平面ディスプレイ基板の裏面側から紫外線照射を行うことにより、通常は透明である平面ディスプレイ基板を紫外線が透過するため、画素制御素子の上面（平面ディスプレイ基板或いは透明な熱可塑性樹脂膜に接触していない面）を除いた全ての部分にわたる透明紫外線硬化樹脂膜を硬化させることとなる。その後、画素制御素子の上面の硬化していない透明紫外線硬化樹脂膜を除去すると、画素制御素子の上面を除く周辺部分に紫外線により硬化した透明樹脂膜が均一に形成され、画素制御素子の上面から引き出される配線が安定的に形成されることとなる。

【0031】

また、請求項10記載の発明によれば、請求項1乃至請求項9記載の発明において、前記画素制御素子の表面には、信号線を接続するための電極パッドが形成され、長さ及び幅が $30\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下であり、厚さが $20\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の結晶シリコンチップ或いは多結晶シリコンチップであることが、実装の容易さの面から望ましい。また、請求項11記載の発明によれば、請求項10記載の発明において、前記画素制御素子の表面に、シリコン窒化膜、或いは、シリコン酸化膜による保護膜が形成されていることは、画素制御素子やそれに形成される回路の保護の面からさらに望ましい。また、請求項12記載の発明によれば、請求項10又は請求項11記載の発明において、前記画素制御素子は、結晶シリコン基板或いは多結晶シリコン基板表面に画素制御機能を形成した後、 $20\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以下の厚さとなるようその裏面を機械研磨し、その後

、サンドブラスト加工或いは、レーザー加工によって、長さ及び幅が $30\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下となるように切断されたものであることは、生産効率及び加工精度の面からさらに望ましい。

【0032】

また、請求項13記載の画素制御素子の実装装置は、請求項1乃至請求項12に記載された画素制御素子の選択転写方法による画素制御素子の実装装置であって、上記実装装置は、前記ピックアップ用基板上の画素制御素子を選択的にピックアップ装置に吸着保持させて平面ディスプレイ基板に転写する工程を行い、前記画素制御素子を載置する画素制御素子ステージと、直交する3方向に可動自在な機能を有する画素制御素子ピックアップ部と、平面ディスプレイ基板を載置する基板ステージとを備え、画素制御素子ピックアップ部に形成される吸着穴は、前記第1の方向に対応する方向に p_x の配列ピッチで形成され、かつ前記第2の方向に対応する方向に p_y の配列ピッチで形成されることを特徴とする。

【0033】

この発明によれば、画素制御素子ピックアップ部に形成される吸着穴は、前記第1の方向に対応する方向に p_x の配列ピッチで形成され、かつ前記第2の方向に対応する方向に p_y の配列ピッチで形成されるため、請求項1乃至請求項11記載の画素制御素子の選択転写方法により画素制御素子を実装することができる。

【0034】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態を図面を引用しながら説明する。

【0035】

(第1の実施の形態)

(1. 液晶ディスプレイ構造)

本実施の形態は、本発明の画素制御素子の選択転写方法を液晶ディスプレイの製造に適用したものである。液晶ディスプレイ200は、図24に示すように、平面ディスプレイ基板100とカラーフィルター基板111との間に液晶112を挟持する構造をとる。プラスチック基板からなる平面ディスプレイ基板100

には、樹脂フィルム 101 を介して画素制御素子 1 と透明電極 102 とがマトリクス状に形成され、その上に配向膜 110 が形成される。他方、カラーフィルター基板 111 には、耐溶剤層 113 を介してカラーフィルター 114 が上記透明電極 102 と対向するように形成され、その表面にカラーフィルター用透明電極 115 と配向膜 110 が形成される。画素制御素子 1 は、複数の薄膜トランジスタ (TFT; Thin Film Transistor) が形成されたものであり、複数の透明電極 102 を制御することにより各画素のオン、オフ、濃淡などを制御する。

【0036】

(2. 画素制御素子の選択転写方法)

上記構成の液晶ディスプレイ 200 は、図 25 に示す製造方法により製造される。その概略は、画素制御素子用基板 2 に複数画素の制御を行う集積回路 3 を形成して保持基板 7 に固定する工程 R1 と、画素制御素子用基板 2 を研磨する工程 R2 と、画素制御素子用基板 2 をピックアップ用基板 9 に移す工程 R3 と、画素制御素子 1 に切断する工程 R4 と、画素制御素子 1 をピックアップ装置 51 により平面ディスプレイ基板 100 に転写する工程 R5 と、透明電極及び配線を形成する工程 R6 と、配向膜形成及びラビングをする工程 R7 と、カラーフィルター基板を貼り合わせる工程 R8 と、液晶を注入する工程 R9 とを備える。

【0037】

まず、上記工程 R1 において、画素制御素子形成用基板 2 として結晶シリコン基板或いは多結晶シリコン基板 (以下、シリコン基板とする) 2 に複数画素の制御を行う集積回路 3 を形成する。シリコン基板 2 上への集積回路 3 の形成は、周知の半導体製造技術によって行う。その集積回路 3 の一例を図 1 に示す。図 1 の集積回路 3 には画素制御を行う薄膜トランジスタの電子デバイス 3a が 12 個形成されている。すなわち、1 個の集積回路 3 によって、3 色×4 画素の制御を行うことができる。また、各画素の電流保持回路 3b 及び信号線、107 をつなぐための電極パッド 3c も形成しておく。このような集積回路 3 を形成後、図 2 に示すように、電極パッド 3c 以外の部分に、窒化シリコン膜、或いは酸化シリコン膜 4 を堆積し、集積回路 3 を保護する。

【0038】

図3に示されるように、シリコン基板2上には、図1に示されるような集積回路3が規則的な間隔で多数形成される。その規則的な間隔（ピッチ）5, 6は、以下に説明するように、平面ディスプレイ基板100上におけるピッチ105, 106に対応するものである。一つの集積回路3で、3色×4画素の制御を行う場合、平面ディスプレイ基板100上での画素制御素子1は、図4に示すように、第1の方向Xについてはピッチ105にて実装され、第2の方向Yについてはピッチ106にて実装される。そして、シリコン基板2上に多数形成された集積回路3のピッチ5, 6は、図5のように、平面ディスプレイ基板100上での画素制御素子1の間隔105, 106を基準とし、その間を自然数 m , n 個の画素制御素子1で埋めるようにして決定される。すなわち、平面ディスプレイ基板100における第1の方向Xについてのピッチ105を p_x とし、同じく第2の方向Yについてのピッチ106を p_y とした場合、シリコン基板2における第1の方向Xについてのピッチ5は p_x/m 、同じく第2の方向Yについてのピッチ6は p_y/n となる。そして、図6に示すように、シリコン基板2の表面すなわち集積回路3が形成されている面2aを、第1の粘着テープ8によって保持基板7に固定する。

【0039】

次に、工程R2において、シリコン基板2の裏面すなわち集積回路3が形成されない面2bを機械研磨して、シリコン基板2の厚さを20～100 μ m程度に薄膜化する。第1の粘着テープ8は、所定の加熱により粘着力が低下する熱剥離テープを使用することができる。

【0040】

次に、工程R3において、ピックアップ用基板9にシリコン基板2を転写する。具体的には、図7に示すように、シリコン基板2の裏面2bとピックアップ用基板9とを第2の粘着テープ10で接着し、保持基板7を介して第1の粘着テープ8を加熱して第1の粘着テープ8及び保持基板7を剥離する。このようにしてシリコン基板2を保持基板7からピックアップ用基板9に転写する。このとき、図8に示すように、集積回路3が形成された面2aは表面側となる。ここで、第1の粘着テープ8の熱剥離温度が第2の粘着テープ10の熱剥離温度よりも低い

ものとなるように、それぞれの粘着テープ 8, 10 を選択すれば、第 1 の粘着テープ 8 への加熱がシリコン基板 2 を介して第 2 の粘着テープ 10 へ伝導して、ピックアップ用基板 9 とシリコン基板 2 との接着力が低下して位置ズレ等の不具合を引き起こすことが防止される。

【0041】

また、粘着テープ 8, 10 の接着手段、すなわち粘着力を変化させる手段を異なるものとしてもよい。例えば、第 1 の粘着テープ 8 を、紫外線照射によって粘着力が弱くなるものとし、第 2 の粘着テープ 10 を熱剥離テープとすると、第 1 の粘着テープ 8 を剥離するための紫外線照射によって、第 2 の粘着テープ 10 の粘着力が低下してしまうことが防止される。

【0042】

その後、工程 R4 において、シリコン基板 2 を集積回路 3 ごとに、チップ形状に切断し、画素制御素子 1 を形成する。切断方法は、エッチング、サンドブラスト加工、レーザー加工、ダイシング加工などにより行うことができる。生産効率の面からは、アルミナ等の粉末をノズルから高圧・高速で噴射して切削して行くサンドブラスト加工が最も適しているが、画素制御素子 1 の形状を精度良く加工したい場合は、レーザー光を移動させ切削して行くレーザー加工が適している。プラズマを用いた、いわゆるドライエッチングによっても加工は可能であるが、加工速度が他の方法に比して遅いため、生産効率は低い。また、薬液を用いたウェットエッチングでは、薬液の回り込みによって画素制御素子 1 の加工精度が劣ったり、機械的に切断を行うダイシング加工では、ダイシングの刃によって、画素制御素子 1 が飛んだりして、歩留まりの点で不利である。したがって、切断方法の選択は重要であり、本実施の形態のように、20～100 μ m 程度の厚さのシリコン基板 2 を切断する場合は、サンドブラスト加工もしくはレーザー加工が適している。本実施の形態においては、サンドブラスト加工による例を説明する。

【0043】

図 9、図 10 は、サンドブラスト加工による切断工程を示す。上述したシリコン基板 2 の機械研磨による薄膜化及びピックアップ用基板 9 への転写の後、シリ

コン基板 2 に形成した集積回路 3 の間にて切断できるように、位置合わせ及び画素制御素子 1 のパターニングを行う。パターニングは、フォトリソグラフィ法などによって行う。図 9 は、フォトリソグラフィによって、パターニングを行った後の状態を示したものである。次に、図 10 のように、パターニングによって形成したフォトレジスト 11 をマスクとして、サンドブラスト加工を行う。サンドブラスト加工によって、個々の画素制御素子 1 に切り分けた後、フォトレジスト 11 を剥離する。図 11 は、フォトレジスト 11 を剥離した後の様子を示している。

【0044】

図 11 に示される段階においては、ピックアップ用基板 9 上に、第 1 の方向 X のピッチ 5 が p_x/m 、第 2 の方向 Y についてはピッチ 6 が p_y/n となるように画素制御素子 1 が配列された状態にある。次の工程 R 5 においては、ピックアップ用基板 9 を低温で加熱して第 2 の粘着テープ 10 の粘着力を少し低下させ、この配列された画素制御素子 1 から、所定の画素制御素子 1 のみをピックアップして、平面ディスプレイ基板 100 上に画素制御素子 1 を配置する。このとき、ピックアップ工程が終わるまで、ピックアップ用基板 9 を加熱しつづけてもよいが、ピックアップする画素制御素子 1 の近辺のみを、ピックアップ時に加熱するようにしてもよい。このようにすることで、加熱時間及び熱量を少なくすることができる。また、第 2 の粘着テープ 10 として、紫外線照射により粘着力が低下するものを使用し、ピックアップ用基板 9 に紫外線を透過するものを使用した場合、ピックアップする画素制御素子 1 の近辺のみに紫外線ビームを短時間照射することにより、第 2 の粘着テープ 10 の粘着力低下に必要な時間及び熱量（紫外線照射量）を少なくすることができる。

【0045】

図 12 は、工程 R 5 においてピックアップを行うピックアップ装置 51 の真空チャック 52 を示したものである。真空チャック 52 の吸着面には、フッ素樹脂が塗布されている。このフッ素樹脂は、後述する透明熱可塑性樹脂フィルム 101 等による透明な熱可塑性樹脂膜との離型剤としての役割を持つ。画素制御素子 1 のチャッキング（吸着）を行う真空吸着穴 53 が、第 1 の方向 X には、平面デ

ディスプレイ基板 100 上の画素制御素子 1 と同じ配列ピッチ 55 (すなわち p_x) で自然数 K 列形成され、第 2 の方向 Y にも同様に配列ピッチ 56 (すなわち p_y) で自然数 L 行形成されている。したがって、この真空チャック 52 によって、平面ディスプレイ基板 100 上における第 1 の方向 X のピッチ 105 及び第 2 の方向 Y のピッチ 106 を満たす画素制御素子 1 を、一度に最大 $K \times L$ 個ピックアップし、平面ディスプレイ基板 100 に転写することができる。

【0046】

図 13 において斜線が付された部分は、第 1 の方向 X にピッチ 5 (すなわち p_x/m) にて、第 2 の方向 Y にピッチ 6 (すなわち p_y/n) にて規則正しく配列されている画素制御素子 1 において、真空チャック 52 によってピックアップされる画素制御素子 1 の一例を示す。すなわち、第 1 の方向 X には自然数 m 個ごとに ($m-1$ 個おきに) 選択し、第 2 の方向 Y には自然数 n 個ごとに ($n-1$ 個おきに) 選択することとなるため、斜線が付された箇所の画素制御素子 1 が選択的にピックアップされることとなる。そして、次のピックアップ時は、例えば、真空チャック 52 をピックアップ用基板 9 上において幅 p_x/m だけ第 1 の方向 X (図 13 において右方向) にずらした位置に来るようにすれば、既にピックアップされた画素制御素子 1 (図 13 において斜線が付されたもの) の右隣に位置する画素制御素子 1 を、前回のピックアップ時と同様に選択的にピックアップすることができる。このような選択的なピックアップ操作を最大 $m \times n$ 回繰り返すことができる。また、図 14 は、真空チャック 52 を用いて画素制御素子 1 をピックアップする状態を示す。このようにして、画素制御素子 1 の選択転写を 1 回もしくは、複数回行うことによって、平面ディスプレイ基板 100 全面に画素制御素子 1 を転写する。

【0047】

次に、ピックアップされた画素制御素子 1 を平面ディスプレイ基板 100 へ固定する方法について説明する。図 15 に示すように、平面ディスプレイ基板 100 の表面には、透明熱可塑性樹脂フィルム 101 がラミネート加工されている。透明熱可塑性樹脂フィルム 101 に代えて透明熱可塑性樹脂を塗布して膜形成しても、透明熱可塑性樹脂による平面ディスプレイ基板 100 としても良い。この

ような平面ディスプレイ基板 100 を、図 16 に示すように、画素制御素子 1 の転写前に予めヒーター等により加熱しておき、適度に塑性変形可能となった透明熱可塑性樹脂フィルム 101 上に、ピックアップされた画素制御素子 1 を埋め込むように転写する。

【0048】

或いは、ピックアップされた画素制御素子 1 を透明熱可塑性樹脂フィルム 101 上に載せた後、プレスを行って埋め込むように転写してもよい。このとき、透明熱可塑性樹脂フィルム 101 は充分に加熱されていないため画素制御素子 1 との密着性が弱く、真空チャック 52 に吸着された画素制御素子 1 が透明熱可塑性樹脂フィルム 101 上に接触して真空吸着穴 53 から画素制御素子 1 が離れる瞬間に、画素制御素子 1 がわずかに位置ズレしてしまうことがある。そこで、画素制御素子 1 が真空吸着穴 53 から離れるときに、真空吸着穴 53 から圧空をかけて、この圧空による圧力を持って画素制御素子 1 を透明熱可塑性樹脂フィルム 101 に載せることにより、画素制御素子 1 と透明熱可塑性樹脂フィルム 101 とが密着するため、真空吸着穴 53 から画素制御素子 1 を確実に離すとともに、透明熱可塑性樹脂フィルム 101 上における位置ズレを防止することができる。

【0049】

プレスの方法としては、画素制御素子 1 の配置後あるいは配置時に、透明熱可塑性樹脂フィルム 101 を加熱して塑性変形可能としてからプレス装置等（図示せず）によりプレスしてもよいし、プレス装置等を加熱してプレスしてもよい。また、プレスする時期（タイミング）においては、全ての画素制御素子 1 を配置し終えた後に、一括して平面ディスプレイ基板 100 をプレスするようにしてもよいし、任意の数量（例えば、平面ディスプレイ基板 100 上の所定の面積に配置する数量）の画素制御素子 1 を配置し終えた後にプレスするようにしてもよい。このとき、真空チャック 52 の真空吸着穴 53 の周辺をわずかに残して、残りの部分を画素制御素子 1 の厚さと同じかそれ以上の厚さだけ削り取っておくことが望ましい。例えば、真空吸着穴 53 に画素制御素子 1 を吸着させたときに、吸着穴 53 の周辺部分で画素制御素子 1 に隠れてしまう領域を残し、残りの部分を上記のように削り取る等である。これにより、既に配置されている画素制御素子

1が真空チャック52（特に辺縁部）に干渉して位置ズレしてしまうことが防止される。また、ピックアップ時において、ピックアップ用基板9上におけるピックアップされていない画素制御素子1（すなわち、未配置の画素制御素子1）に真空チャック52が干渉することによる位置ズレや画素制御素子1を損傷してしまうことが防止される。

【0050】

また、画素制御素子1の埋め込みにおける別の方法として、レーザー光の照射等により局所的に加熱するようにしてもよい。この場合、画素制御素子1を転写する場所が局所的に可塑化するため、埋め込むように力を加えて転写したときに、既に転写されている画素制御素子1近辺の透明熱可塑性樹脂フィルム101を変形させて位置ズレを起こすことが防止される。

【0051】

また、上述したように、真空チャック52の画素制御素子1を吸着する面（吸着面）には、フッ素樹脂が塗布されているため、真空チャック52の吸着面に透明熱可塑性樹脂フィルム101等による透明な熱可塑性樹脂膜が付着してしまうことがない。これにより、本発明においては、画素制御素子1を透明熱可塑性樹脂フィルム101に正確かつ確実に配置することができるため、透明熱可塑性樹脂フィルム101に従来の特許文献1や非特許文献1における凹部をあらかじめ形成する工程が不要となる。図17は、透明熱可塑性樹脂フィルム101に画素制御素子1を埋め込むように転写された状態を示す。

【0052】

また、図17に示されるように、透明熱可塑性樹脂フィルム101へ画素制御素子1を埋め込むように転写すると、特に画素制御素子1の周辺部に透明熱可塑性樹脂フィルム101の凹変形103が生じる場合がある。この凹変形103の平坦化及び画素制御素子1を確実に固定化するために、図18のように、平面ディスプレイ基板100の画素制御素子1を転写した面に透明紫外線硬化樹脂膜104を塗布し、図19のように、画素制御素子1を選択転写した反対側の面から、紫外線照射を行う。平面ディスプレイ基板100及び透明熱可塑性樹脂フィルム101は紫外線を透過させるので、紫外線を透過しない画素制御素子1表面以

外の透明紫外線硬化樹脂膜 104 が硬化する。その後、画素制御素子 1 上の硬化しなかった透明紫外線硬化樹脂膜 104 を除去する。図 20 は、除去処理後の平面ディスプレイ基板 100 を示す。また、透明紫外線硬化樹脂膜 104 として、その後の液晶ディスプレイ 200 への組み立てに使用される有機系溶媒の処理に耐えうる材質のものを選択することによって、透明熱可塑性樹脂フィルム 101 を有機系溶媒から保護することが可能となる。

【0053】

以上に説明した方法で画素制御素子 1 を平面ディスプレイ基板 100 上に固定化した後、工程 R6 において、図 21 に示すように平面ディスプレイ基板 100 の表面に透明電極 102 を形成する。次に、図 22 及び図 23 に示すように、画素制御素子 1 と透明電極 102 との間の配線 107、ゲートライン 108、及びデータライン 109 を形成する。

【0054】

次に、工程 R7 において、図 24 に示すように平面ディスプレイ基板 100 の表面に配向膜 110 を形成し、ラビングを行う。さらに工程 R8 において、カラーフィルター基板 111 を貼り合わせた後、工程 R9 において、液晶 112 及びスペーサーの注入、封止を行って液晶ディスプレイ 200 が完成する。

【0055】

(第 2 の実施の形態の画素制御素子の選択転写方法)

本実施の形態は、図 25 のフローチャートに示されるように、画素制御素子 1 の切断工程 R10 の後に、ピックアップ用基板 9 への転写工程 R11 を行うものである。工程 R2 において、図 6 に示されるシリコン基板 2 の機械研磨の後、工程 R10 として、シリコン基板 2 に形成した集積回路 3 の間にて切断できるように、位置合わせ及び画素制御素子 1 のパターンニングを行う。このとき、集積回路 3 は、シリコン基板 2 の表面側ではなく、保持基板 7 に接触する側にあるため、集積回路 3 の位置を上方から直接目視により確認しながら位置合わせをすることはできない。したがって、シリコン基板 2 の裏面 2b に集積回路 3 の位置を示す位置合わせマークを設けたり、シリコン基板 2 と保持基板 7 とに位置合わせ用の貫通穴を設けたりすることにより、位置合わせをすることができる。また、保持

基板 7 及び第 1 の粘着テープ 8 を透明なものとすれば、裏面側から集積回路 3 の位置を確認することができる。

【0056】

パターニングは、フォトリソグラフィ法などによって行う。パターニング後の状態を図 26 に示す。次に、図 27 のように、パターニングによって形成したフォトレジスト 11 をマスクとして、サンドブラスト加工を行う。サンドブラスト加工によって、個々の画素制御素子 1 に切り分けた後、フォトレジスト 11 を剥離する。図 28 は、フォトレジスト 11 を剥離した後の様子を示している。

【0057】

次に、工程 R11 として、図 29 に示すように、画素制御素子 1 の裏面とピックアップ用基板 9 とを第 2 の粘着テープ 10 で接着し、保持基板 7 を介して第 1 の粘着テープ 8 を加熱して第 1 の粘着テープ 8 及び保持基板 7 を剥離する。ここで、第 1 の粘着テープ 8 を加熱している間は粘着力が低下しているため、剥離によって画素制御素子 1 が飛び散って、規則的配列が乱れる恐れがある。そのため、加熱による剥離時に、画素制御素子 1 を若干プレス固定しながら第 1 の粘着テープ 8 を加熱することにより、画素制御素子 1 が飛び散ったり位置ズレを起こしたりしないようにするなどの配慮が必要である。このようにして画素制御素子 1 を保持基板 7 からピックアップ用基板 9 に転写する。このとき、図 30 に示すように、集積回路 3 が形成された面は表面側となる。

【0058】

ここで、第 1 の実施の形態と同様に、第 1 の粘着テープ 8 の熱剥離温度が第 2 の粘着テープ 10 の熱剥離温度よりも低いものとなるように、それぞれの粘着テープ 8, 10 を選択することは、位置ズレ防止の観点から望ましい。また、それぞれの粘着テープ 8, 10 の粘着力を異なるものとしてもよい。第 1 の粘着テープ 8 として、シリコン基板 2 の機械研磨及び画素制御素子 1 への切り分け工程において、画素制御素子 1 及び保持基板 7 にかかる力に耐え得るだけの粘着力を持つものを選択し、第 2 の粘着テープ 10 として、ピックアップしやすい粘着力のものを選択した場合は、より確実に位置ズレを防止し、その後のピックアップ工程がスムーズに行われることとなる。また、第 1 の実施の形態と同様に、ピック

アップする画素制御素子 1 の近辺のみの粘着力を低下させるようにしてもよい。

【0059】

以上、第 1 及び第 2 の実施の形態においては、本発明を液晶ディスプレイの製造に適用した場合を説明したが、本発明はこれに限るものではなく、有機 EL 等による平面ディスプレイの製造にも広く適用可能である。

【0060】

(画素制御素子の実装装置)

次に、第 1 及び第 2 の実施の形態において説明した方法により画素制御素子を実装するための装置について説明する。図 31 に、本実施の形態による画素制御素子 1 の実装装置 300 を示す。この実装装置 300 は、画素制御素子 1 の平面ディスプレイ基板 100 への選択転写時におけるピックアップ機能及び配置機能を有し、図 25 における工程 R5 を実施するものである。配置機能は、画素制御素子 1 を保持する画素制御素子ステージ 301 及び平面ディスプレイ基板 100 を保持する基板ステージ 302 からなる。画素制御素子ステージ 301 は、静電チャック、低粘着テープなどの手段によって画素制御素子 1 を保持し、ヒーター或いは紫外線照射装置等の剥離機構 303 を備えている。また、基板ステージ 302 は、真空チャック、静電チャック、メカニカルチャックなどによって平面ディスプレイ基板 100 を保持するものであり、ヒーター等による加熱機構 309 を備えている。メカニカルチャックを用いる場合は、平面ディスプレイ基板 100 の端部を保持するものとする。また、画素制御素子ステージ 301 及び基板ステージ 302 は、それぞれ回転角度調節機構を有しており、コンピュータ等による制御装置 308 により回転角度を調節制御される。ピックアップ機能は、画素制御素子 1 を選択的に吸着するピックアップ装置 51、ピックアップ装置 51 に付随した位置合わせ用カメラ 304、X 軸調節機構 305、Y 軸調節機構 306、及び Z 軸調節機構 307 からなる。各軸調節機構 305、306、307 は、それぞれの軸について、ピックアップ装置 51 を最適な場所に位置合わせするものであり、それぞれ制御装置 308 により位置合わせ制御される。また、位置合わせ用カメラ 304 の映像データは制御装置 308 に送られ、制御装置 308 のモニタ（図示せず）に映像が表示されるようになっている。

【0061】

以下に、実装装置300を用いた画素制御素子1の実装を説明する。画素制御素子1が保持されているピックアップ用基板9を画素制御素子ステージ301に載置し、平面ディスプレイ基板100を基板ステージ302に載置した後、それぞれの平行調整を行う。平行調整は、ピックアップ用基板9における第1の方向Xと、平面ディスプレイ基板100における第1の方向Xと、X軸調節機構305の可動方向とが平行となるようにそれぞれのステージ301, 302の回転角度調節機構を調整するものである。それぞれの基板9, 100における第2の方向Y, YとY軸調節機構306の可動方向とが平行となるように平行調整してもよい。平行度の確認の基準として、予め、画素制御素子1を形成したシリコン基板2もしくはピックアップ用基板9及び、平面ディスプレイ基板100に位置合わせマークM1を設置しておくことにより、容易に行うことができる。或いは、画素制御素子1の端部と、平面ディスプレイ基板100の端部とを基準としても良い。そして、平行度の確認は、位置合わせ用カメラ304を使用して制御装置308のモニタを確認しながら、シリコン基板2もしくはピックアップ用基板9の位置合わせマークM2、或いは画素制御素子1及び平面ディスプレイ基板100の端部を観察して、ピックアップ用基板9の第1の方向Xが、X軸調節機構305の可動方向と平行になるように、画素制御素子ステージ301を回転させる。同様に、平面ディスプレイ基板100の第1の方向Xが、X軸調節機構305の可動方向と平行になるように、基板ステージ302を回転させる。このとき、制御装置308において位置合わせ用カメラ304からの信号を画像処理することにより、自動平行調整をさせるようにしてもよい。

【0062】

平行調整後、シリコン基板2或いはピックアップ用基板9の位置合わせマークM2の位置情報と、平面ディスプレイ基板100の位置合わせマークM1の位置情報を制御装置308に記憶させる。これらの位置情報はそれぞれ、X軸調節機構305、Y軸調節機構306及びZ軸調節機構307の位置情報からなる。それぞれの位置合わせマークM1, M2に代えて、例えば画素制御素子1の左下のチップ（基準とするチップ）位置や、平面ディスプレイ基板100の手前左を、

基準位置として、これらの位置情報を制御装置 308 に記憶させてもよい。

【0063】

位置情報の記憶終了後、画素制御素子 1 のピックアップを行う。ピックアップ前に、予め剥離機構 303 のヒーターや紫外線照射装置を駆動して、ピックアップ用基板 9 の第 2 の粘着テープ 10 を低粘着状態にしておく。また、予め加熱機構 309 のヒーターを駆動し、平面ディスプレイ基板 100 の透明熱可塑性樹脂フィルム 101 を塑性変形可能にしておく。ピックアップ装置 51 には、第 1 の実施の形態で述べたとおり、真空チャック 52 が備えられており、平面ディスプレイ基板 100 上における画素制御素子 1 のピッチ 105, 106 と同じピッチ 55, 56 で、真空吸着穴 53 が備えられ、真空吸着穴 53 の位置情報は、予め制御装置 308 に記憶されている。そして、制御装置 308 により X 軸調節機構 305、Y 軸調節機構 306 及び Z 軸調節機構 307 を駆動させて、真空チャック 52 を画素制御素子ステージ 301 の上方に移動させ、画素制御素子 1 をピックアップする。最初にピックアップする画素制御素子 1 を、先の基準位置に最も近い位置にある画素制御素子 1 とすると、その後の制御が効率的に行われるので好ましい。

【0064】

第 1 の実施の形態において述べた通り、第 2 の粘着テープ 10 及びピックアップ用基板 9 の種類によっては、第 2 の粘着テープ 10 を低粘着化するとき、紫外線ビーム等のエネルギー線により行うことが可能である。このとき、剥離機構 303 として熱線や紫外線ビームを発生するエネルギー線発生装置を使用し、ピックアップ前にこれをスタンバイ状態にしておく。そして、ピックアップ時（或いは直前）に、ピックアップする画素制御素子 1 の近辺のみにエネルギー線を照射し、第 2 の粘着テープ 10 を部分的に低粘着化する。したがって、ピックアップ工程が終わるまで加熱状態（或いは紫外線照射状態）を保つ必要がなく、ピックアップしない画素制御素子 1 の近辺の粘着テープ 10 が低粘着状態とならないため、ピックアップ基板 9 上において画素制御素子 1 の配列を乱してしまうことがない。

【0065】

画素制御素子 1 をピックアップした真空チャック 5 2 を、X 軸調節機構 3 0 5、Y 軸調節機構 3 0 6 及び Z 軸調節機構 3 0 7 を駆動して平面ディスプレイ基板 1 0 0 の上方まで搬送し、平面ディスプレイ基板 1 0 0 上に画素制御素子 1 を実装する。これらの画素制御素子 1 のピックアップ及び実装を繰り返し行い、平面ディスプレイ基板 1 0 0 の全面に、画素制御素子 1 を実装する。さらに、画素制御素子ステージ 3 0 1 及びピックアップ装置 5 1 を複数設置しておき、数ロットの画素制御素子 1 を並行して実装すると生産性の向上を図ることができる。

【0066】

また、予め加熱機構 3 0 9 により透明熱可塑性樹脂フィルム 1 0 1 が塑性変形可能となっているため、真空チャック 5 2 を透明熱可塑性樹脂フィルム 1 0 1 に押し付けるように画素制御素子 1 を実装すると、画素制御素子 1 が透明熱可塑性樹脂フィルム 1 0 1 に埋め込まれるように配置される。加熱機構 3 0 9 により予め加熱しないか、或いは基板ステージ 3 0 2 に加熱機構 3 0 9 を設けずに、画素制御素子 1 を、平面ディスプレイ基板 1 0 0（透明熱可塑性樹脂フィルム 1 0 1）上に配置した後、上方から加熱プレスして、透明熱可塑性樹脂フィルム 1 0 1 に埋め込むように実装しても良い。また、裏面側からレーザー光の照射等により透明熱可塑性樹脂フィルム 1 0 1 を局所的に加熱するようにしてもよい。

【0067】

画素制御素子 1 の実装後に、透明紫外線硬化樹脂膜 1 0 4 を使用する場合は、平面ディスプレイ基板 1 0 0 の画素制御素子 1 配置面に透明紫外線硬化樹脂膜 1 0 4 を塗布した後、別の紫外線照射装置（図示せず）を用いて、平面ディスプレイ基板 1 0 0 裏面より紫外線照射を行うことによって、画素制御素子 1 の固定化を行う。このとき、基板ステージ 3 0 2 に紫外線照射装置を組み込んでおいても良い。

【0068】

この実装装置 3 0 0 は、ピックアップ用基板 9 上の画素制御素子 1 をピックアップして平面ディスプレイ基板 1 0 0 に実装するものであるが、第 1 及び第 2 の実施の形態におけるピックアップ及び実装工程 R 5 以外の工程は、周知の製造装置（例えば、半導体製造装置やフォトリソグラフィー装置等）を用いて行うこと

ができる。すなわち、画素制御素子 1 の実装に関する装置が既に導入されている場合は、本実施の形態における実装装置 300 のみを新規に導入するだけで、第 1 及び第 2 の実施の形態において説明した画素制御素子の実装方法を行うことができることとなる。

【0069】

(実施例)

上記の実装装置 300 を用いて、実際に液晶ディスプレイ用の平面ディスプレイ基板 100 に画素制御素子 1 を選択転写した例を説明する。本実施例の液晶ディスプレイ 200 は、対角寸法 50 インチ、解像度 SXGA である。8 インチ（直径 200 mm）のシリコン基板 2 に、縦 $200\ \mu\text{m}$ × 横 $150\ \mu\text{m}$ の大きさの画素制御素子 1 を、第 1 の方向 X のピッチ 5 を $0.215\ \text{mm}$ 、第 2 の方向 Y のピッチ 6 を $0.244\ \text{mm}$ 、厚さを $0.06\ \text{mm}$ で製作した場合、1 枚のシリコン基板（素子形成部分は $140\ \text{mm}$ × $140\ \text{mm}$ ）から、37 万個の画素制御素子 1 が製作される。対角寸法 50 インチ（ $1107\ \text{mm}$ × $623\ \text{mm}$ ）で SXGA（ $1280 \times 1024 \times 3$ 色）の解像度の液晶ディスプレイ 200 を製造するとした場合、一画素（3 色）の大きさは $0.86\ \text{mm}$ × $0.61\ \text{mm}$ となる。すなわち、平面ディスプレイ基板 100 上での画素制御素子 1 の間隔は、第 1 の方向 X のピッチ 105 は $1.72\ \text{mm}$ 、第 2 の方向 Y のピッチ 106 は $1.22\ \text{mm}$ となる。その際に必要な画素制御素子 1 は、約 33 万個である。すなわち、1 枚のシリコン基板 2 で、50 インチの液晶ディスプレイ 200 に使用される平面ディスプレイ基板 100 の 1 枚分の画素制御素子 1 を製作できる。

【0070】

このようにして製作された画素制御素子 1 をピックアップする真空チャック 52 には、径が $100\ \mu\text{m}$ の真空吸着穴 53 が、第 1 の方向 X のピッチ 55 が $1.72\ \text{mm}$ 、第 2 の方向 Y のピッチ 56 が $1.22\ \text{mm}$ となるように、第 1 の方向 X に 80（=K）列、第 2 の方向 Y に 102（=L）行形成されているものを使用した。

【0071】

この真空チャック 52 によって、画素制御素子 1 の中から、平面ディスプレイ

基板100の第1の方向Xのピッチ105(=1.72mm)、第2の方向Yのピッチ106(=1.22mm)で、 $K \times L$ (=80×102=8160)個の画素制御素子1をピックアップし、平面ディスプレイ基板100に転写した。これを繰り返して行い、画素制御素子1を平面ディスプレイ基板100の全面に転写した。その結果、第1の方向Xに8回、第2の方向Yに5回の計40回の選択転写によって、平面ディスプレイ基板100の全面に画素制御素子1を転写できた。

【0072】

【発明の効果】

本発明の画素制御素子の選択転写方法によれば、平面ディスプレイ基板上における第1の方向及び第2の方向における配列ピッチをそれぞれ自然数で除した配列ピッチにて画素制御素子を形成し、その中から、平面ディスプレイ基板上における配列ピッチに対応する画素制御素子のみを選択的に転写するため、全ての画素制御素子が無駄なく容易に転写させることができる。このとき、集積回路面を表面に向けた状態となるようにピックアップ用基板に転写してから画素制御素子を切り分ける場合は、表面側から集積回路面を確認しながら位置合わせをすることができるため、切り分け工程が容易なものとなる。一方、画素制御素子に切り分けた後に集積回路面が表面となるようにピックアップ用基板に転写する場合は、機械研磨工程や切り分け工程において集積回路面を確実に保護することができると同時に、保持基板の接着力を機械研磨や切り分け工程に耐え得る強いものとし、ピックアップ用基板の接着力を転写しやすいものとするよう、それぞれの目的に沿った接着力となるよう設定することができる。これにより、各工程における信頼性を高めることができる。また、それぞれの接着手段を異なるものとすることで、保持基板からピックアップ用基板へ画素制御素子を転写する際に、画素制御素子の配列を乱すことが防止される。

【0073】

さらに、画素制御素子を塑性変形可能な透明な熱可塑性樹脂膜が施された平面ディスプレイ基板に固定させることにより、実装時や実装後における画素制御素子の位置ズレを容易かつ確実な方法で防止することができる。このとき、ピック

アップ装置の画素制御素子を吸着する面にフッ素樹脂を塗布しておくことにより、ピックアップ装置に透明な熱可塑性樹脂膜が付着してしまうことがない。また、特に、画素制御素子の配置後にプレスして画素制御素子を透明な熱可塑性樹脂膜に保持させる場合は、ピックアップ装置により吸着力と逆の方向へ圧空をかけて画素制御素子を透明な熱可塑性樹脂膜に配置することにより、画素制御素子が透明な熱可塑性樹脂膜に密着し、ピックアップ装置から画素制御素子を確実に離すとともに、透明な熱可塑性樹脂膜における画素制御素子の位置ズレを防止することができる。

【0074】

また、画素制御素子の上面すなわち集積回路形成部分を除いた側面部分を透明紫外線硬化樹脂膜で覆うことにより、確実に画素制御素子を固定することができるとともに、画素制御素子の上面から引き出される配線が安定的に形成されることとなる。

【0075】

また、本発明の画素制御素子の選択転写方法に使用される画素制御素子の実装装置は、主に、画素制御素子をピックアップして平面ディスプレイ基板に実装する工程を行うものである。本発明の画素制御素子の選択転写方法において、この工程以外の工程は、周知の製造装置を用いて行うことができるため、本発明の画素制御素子の実装装置のみを新規に導入するだけで、本発明の画素制御素子の選択転写方法を容易に実現することができる。また、既存の設備を利用することができるため、安価に実施することができる。

【0076】

【図面の簡単な説明】

【図1】

集積回路の概略を示す上面図

【図2】

集積回路上に保護膜を形成した状態を示す上面図

【図3】

シリコン基板上に集積回路が形成された状態を示す上面図

【図 4】

平面ディスプレイ基板の上面図

【図 5】

シリコン基板の上面図

【図 6】

シリコン基板の機械研磨を示す断面図

【図 7】

シリコン基板の表裏反転を示す断面図

【図 8】

表裏反転後のシリコン基板の断面図

【図 9】

パターニングされたシリコン基板の断面図

【図 10】

サンドブラスト加工の説明図

【図 11】

フォトリジスト剥離後のシリコン基板の断面図

【図 12】

真空チャックの上面図

【図 13】

画素制御素子の選択の説明図

【図 14】

画素制御素子のピックアップを示す断面図

【図 15】

熱可塑性樹脂フィルムをラミネート加工した平面ディスプレイ基板の断面図

【図 16】

画素制御素子の実装を示す説明図

【図 17】

画素制御素子の実装後の平面ディスプレイ基板の断面図

【図 18】

透明紫外線硬化樹脂膜を塗布した平面ディスプレイ基板の断面図

【図 19】

紫外線照射を示す説明図

【図 20】

紫外線硬化樹脂膜が一部除去された平面ディスプレイ基板の断面図

【図 21】

透明電極が形成された平面ディスプレイ基板の断面図

【図 22】

配線が形成された平面ディスプレイ基板の断面図

【図 23】

平面ディスプレイ基板の上面図

【図 24】

液晶ディスプレイの断面図

【図 25】

液晶ディスプレイ製造工程のフローチャート

【図 26】

パターニングされたシリコン基板の断面図

【図 27】

サンドブラスト加工の説明図

【図 28】

フォトレジスト剥離後のシリコン基板の断面図

【図 29】

シリコン基板の表裏反転を示す説明図

【図 30】

表裏反転後のシリコン基板の断面図

【図 31】

画素制御素子の実装装置の概略図

【符号の説明】

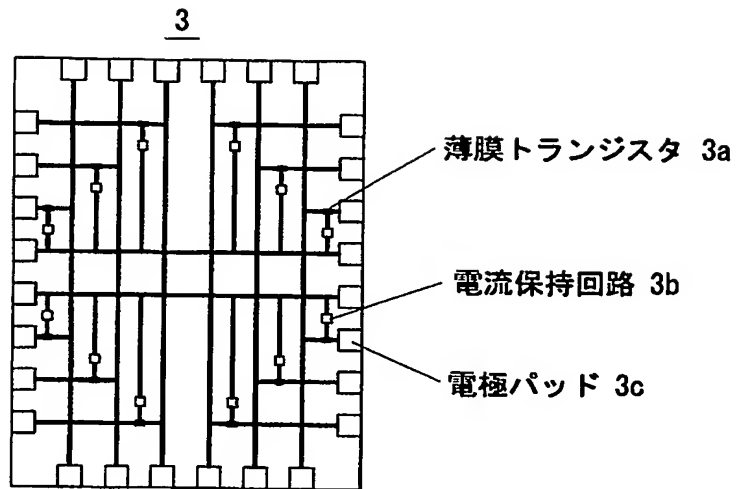
1 画素制御素子

- 2 シリコン基板（画素制御素子形成用基板）
 - 2 a 集積回路形成面
 - 2 b 裏面
- 3 集積回路
 - 3 a 電子デバイス
 - 3 b 電流保持回路
 - 3 c 電極パッド
- 4 シリコン膜
- 5 シリコン基板上における第 1 の方向のピッチ
- 6 シリコン基板上における第 2 の方向のピッチ
- 7 保持基板
- 8 第 1 の粘着テープ
- 9 ピックアップ用基板
- 1 0 第 2 の粘着テープ
- 1 1 フォトレジスト
- 5 1 ピックアップ装置
- 5 2 真空チャック
- 5 3 真空吸着穴
- 5 5 第 1 の方向のピッチ
- 5 6 第 2 の方向のピッチ
- 1 0 0 平面ディスプレイ基板
 - 1 0 1 透明熱可塑性樹脂フィルム
 - 1 0 2 透明電極
 - 1 0 3 凹変形
 - 1 0 4 透明紫外線硬化樹脂膜
 - 1 0 5 平面ディスプレイ基板上における第 1 の方向のピッチ
 - 1 0 6 平面ディスプレイ基板上における第 2 の方向のピッチ
 - 1 0 7 配線（信号線）
 - 1 0 8 ゲートライン

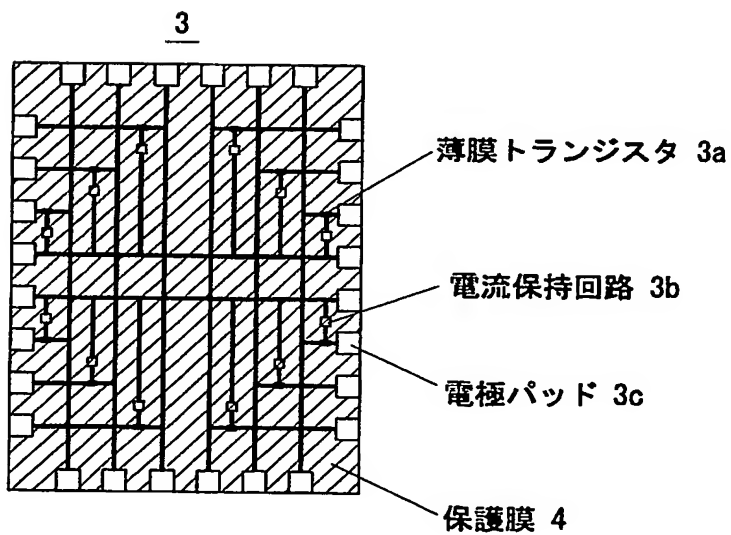
- 1 0 9 データライン
 - 1 1 0 配向膜
 - 1 1 1 カラーフィルター基板
 - 1 1 2 液晶
 - 1 1 3 耐溶剤層
 - 1 1 4 カラーフィルター
 - 1 1 5 カラーフィルター基板用透明電極
 - 2 0 0 液晶ディスプレイ
 - 3 0 0 実装装置
 - 3 0 1 画素制御素子ステージ
 - 3 0 2 基板ステージ
 - 3 0 3 剥離機構
 - 3 0 4 位置合わせ用カメラ
 - 3 0 5 X軸調節機構
 - 3 0 6 Y軸調節機構
 - 3 0 7 Z軸調節機構
 - 3 0 8 制御装置
 - 3 0 9 加熱機構
- K, L, m, n 自然数

【書類名】 図面

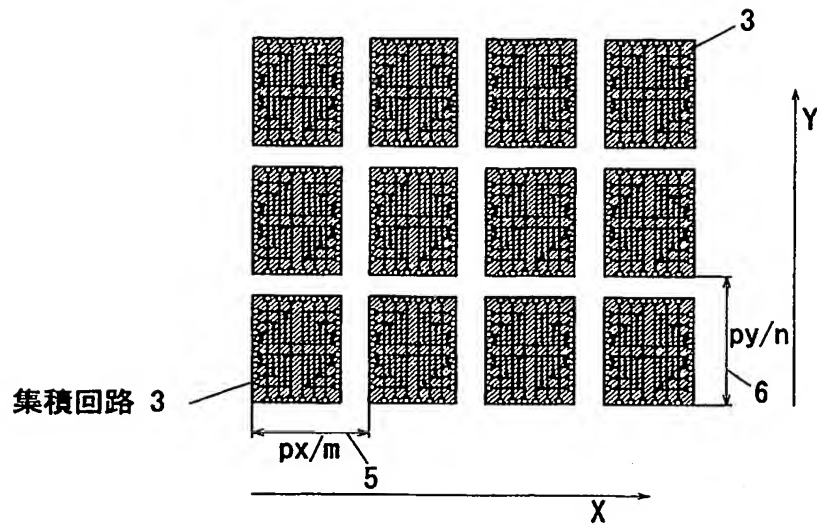
【図 1】



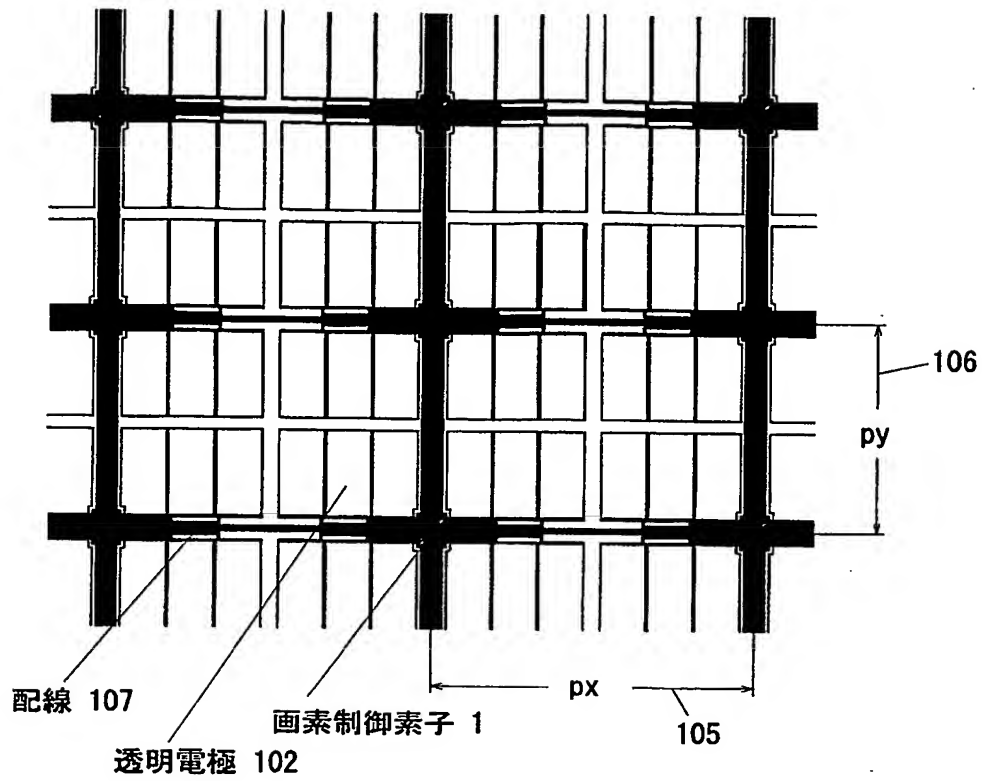
【図 2】



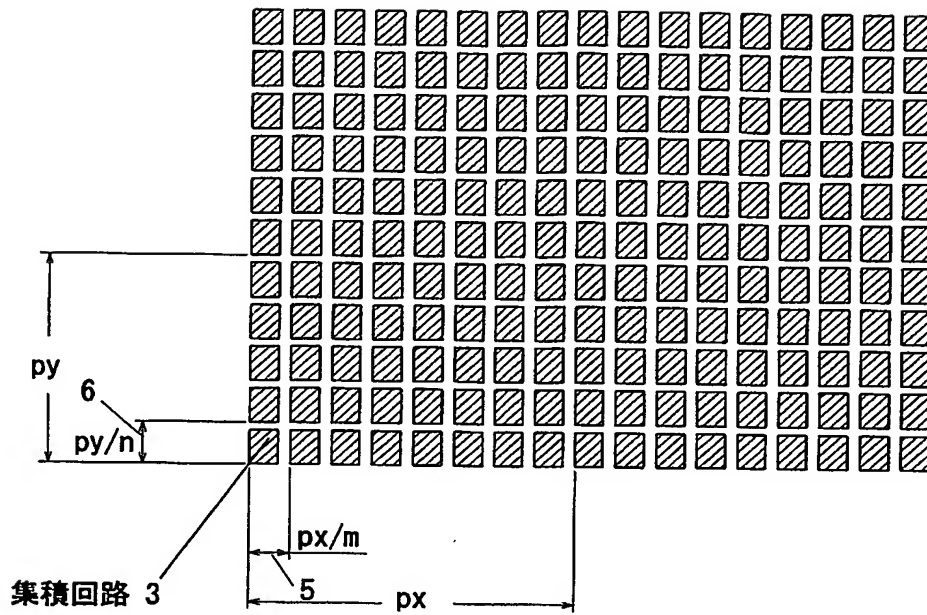
【図 3】



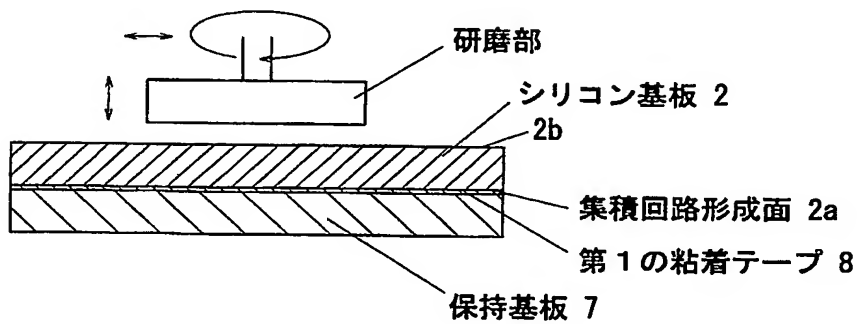
【図 4】



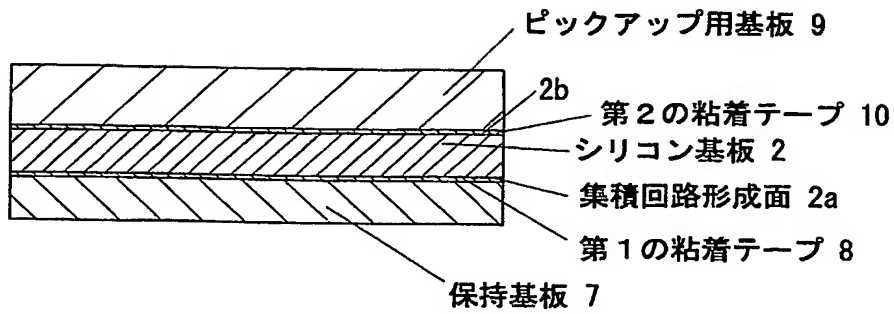
【図 5】



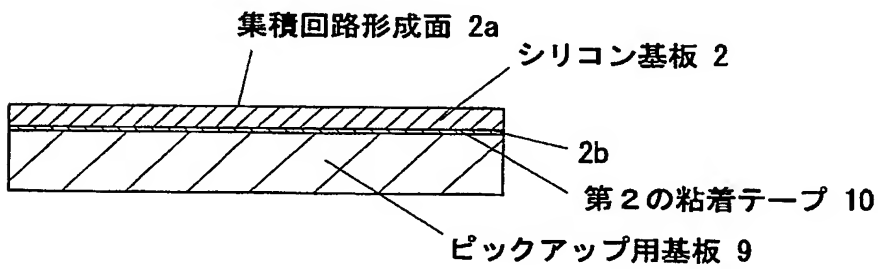
【図 6】



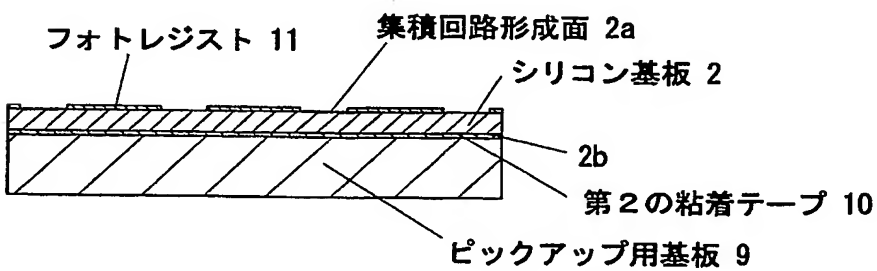
【図 7】



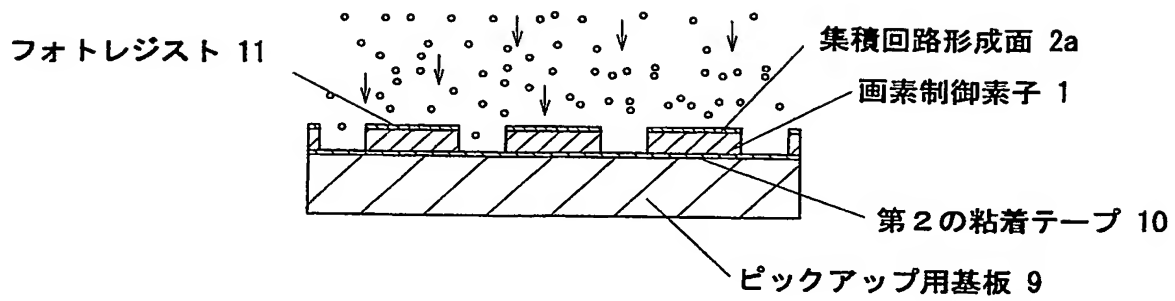
【図 8】



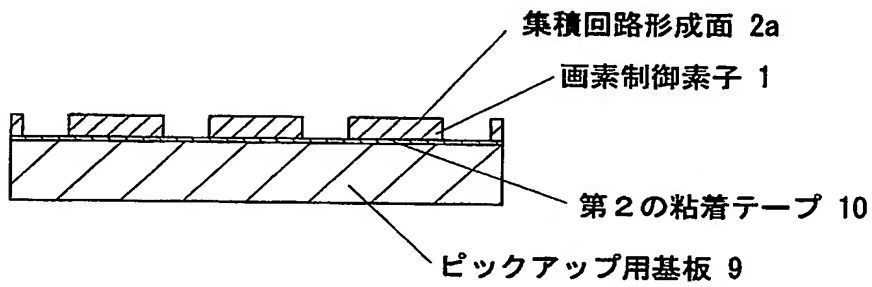
【図 9】



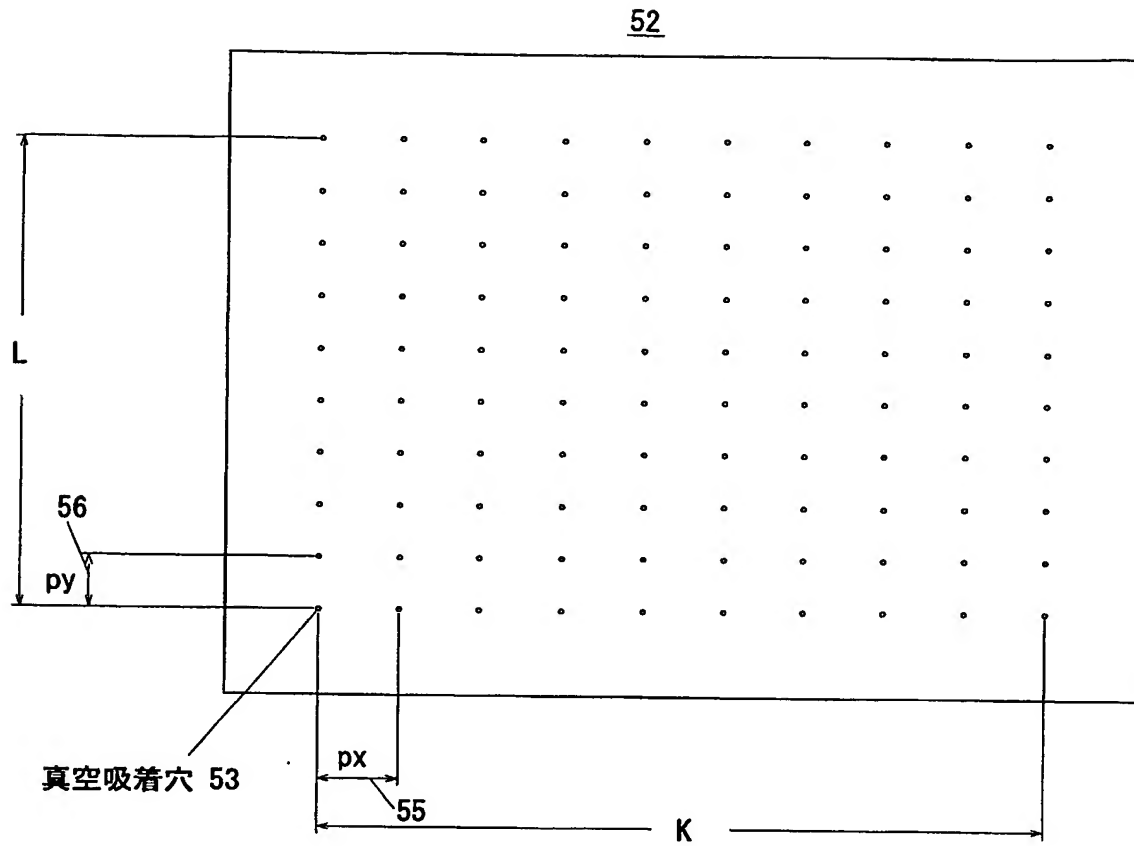
【図 10】



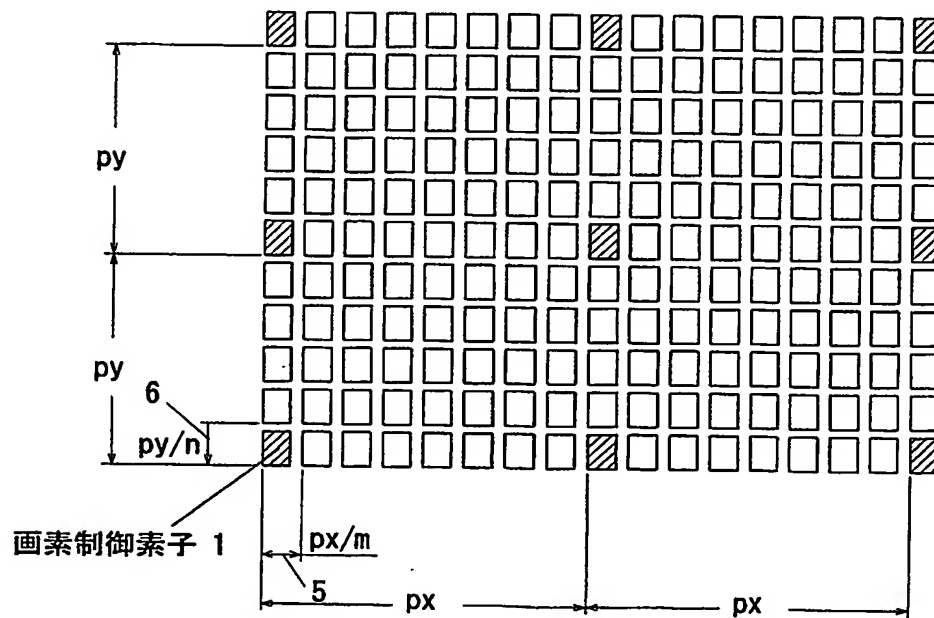
【図 11】



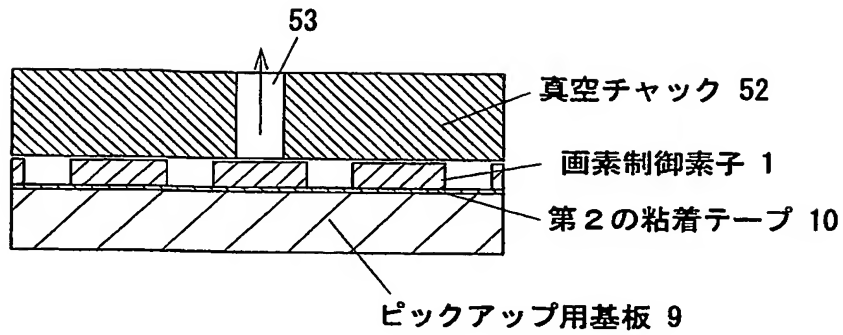
【図 1 2】



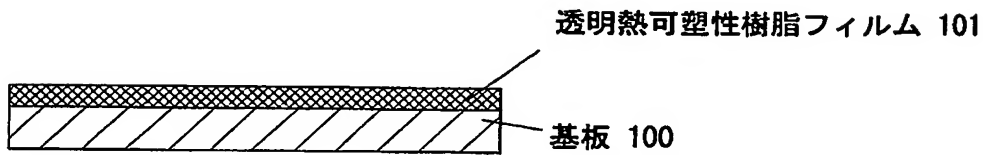
【図 1 3】



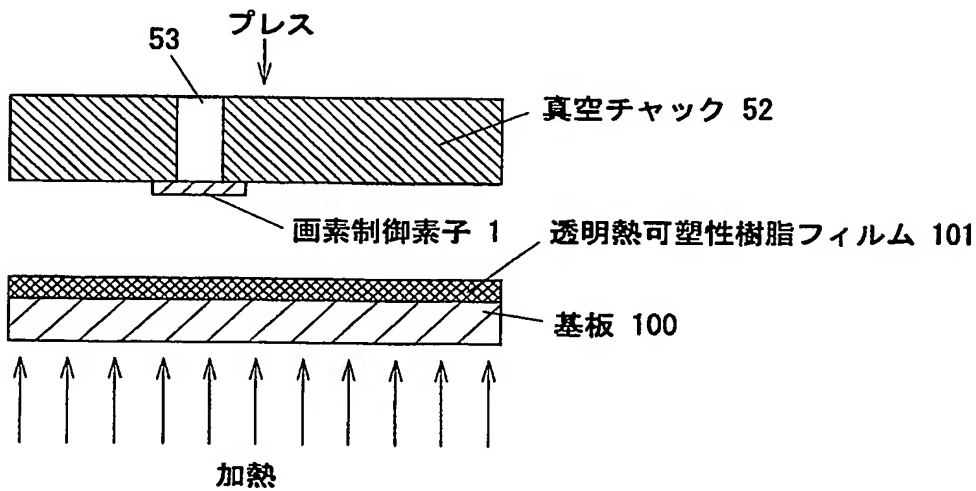
【図 14】



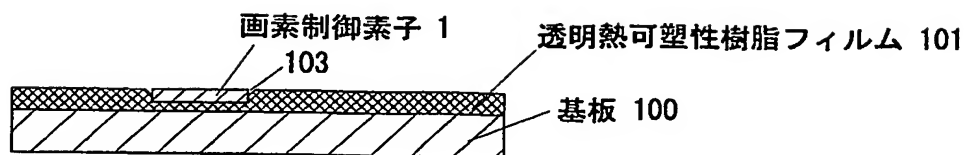
【図 15】



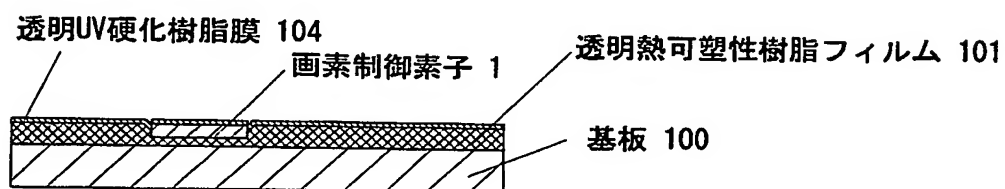
【図 16】



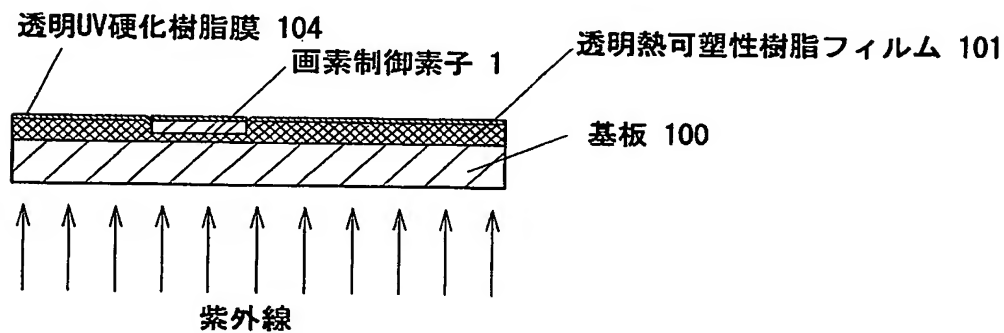
【図 17】



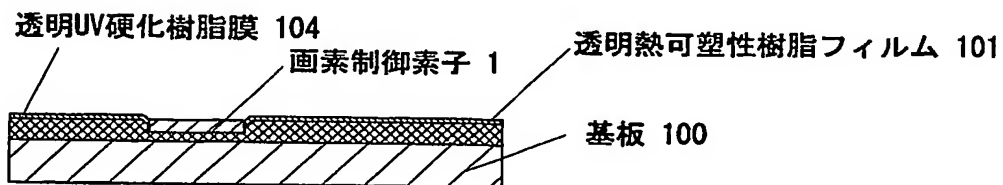
【図 18】



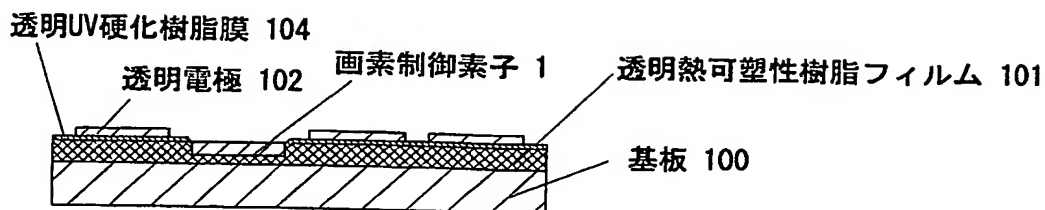
【図 19】



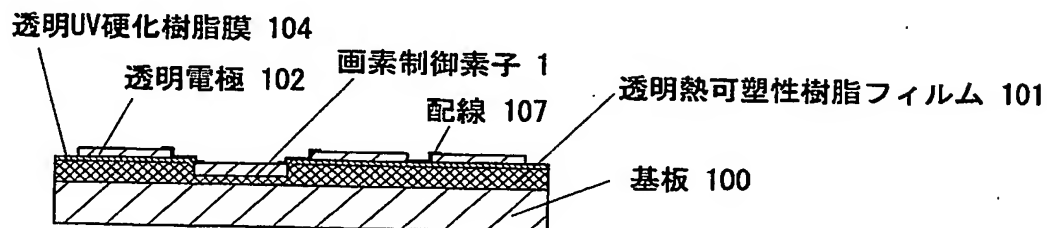
【図 20】



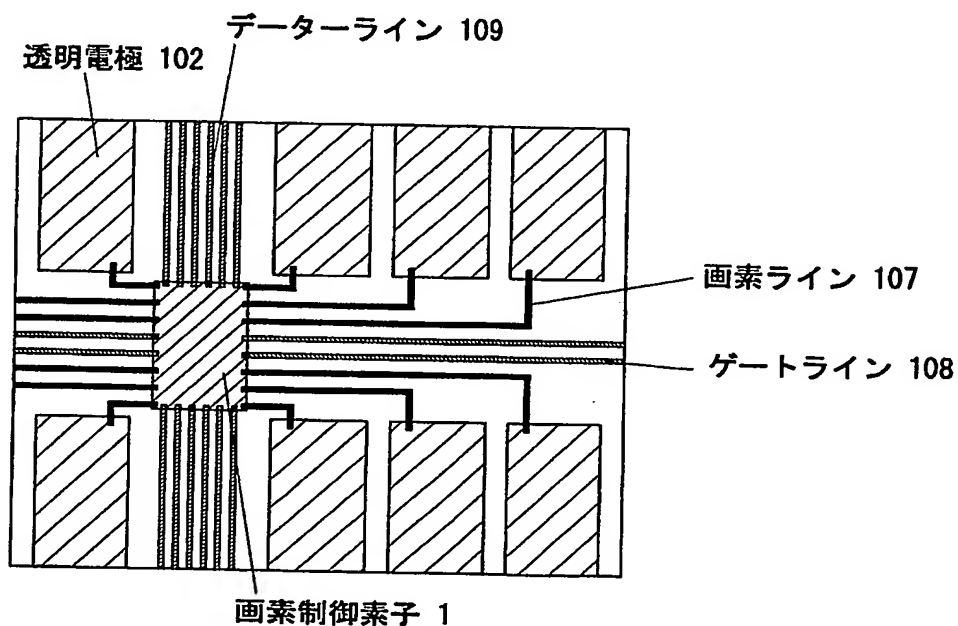
【図 2 1】



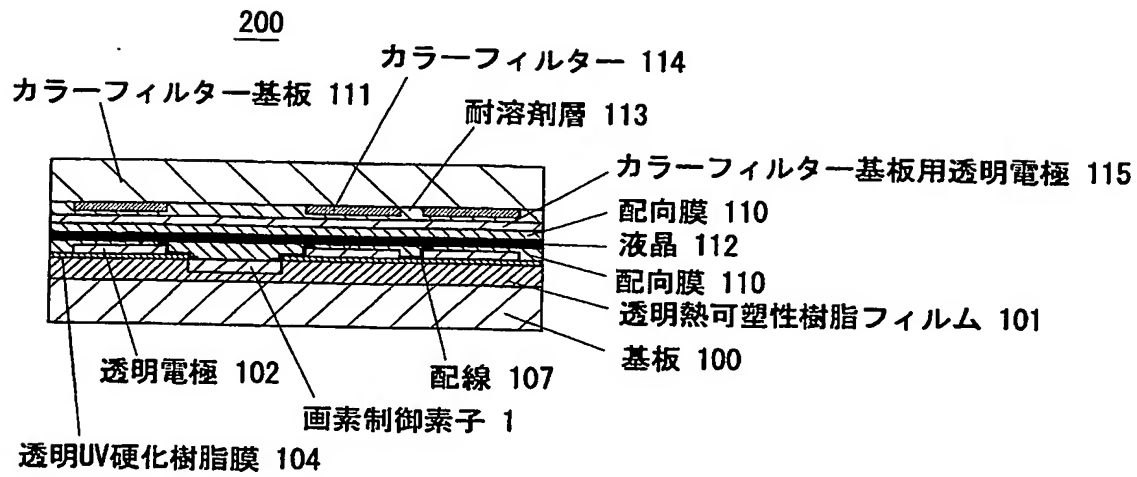
【図 2 2】



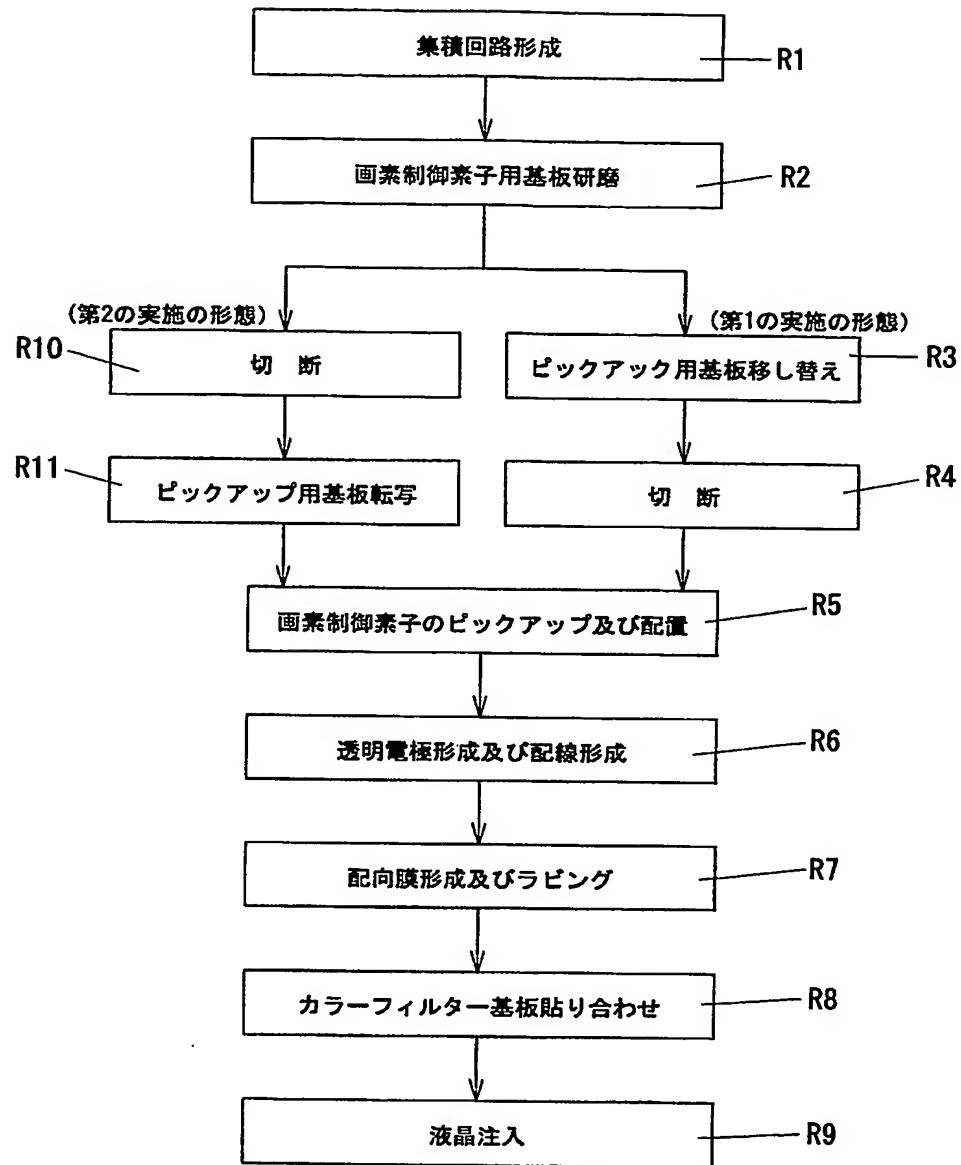
【図 2 3】



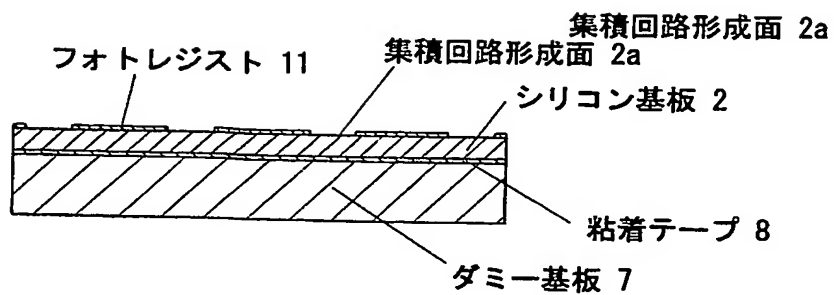
【図 24】



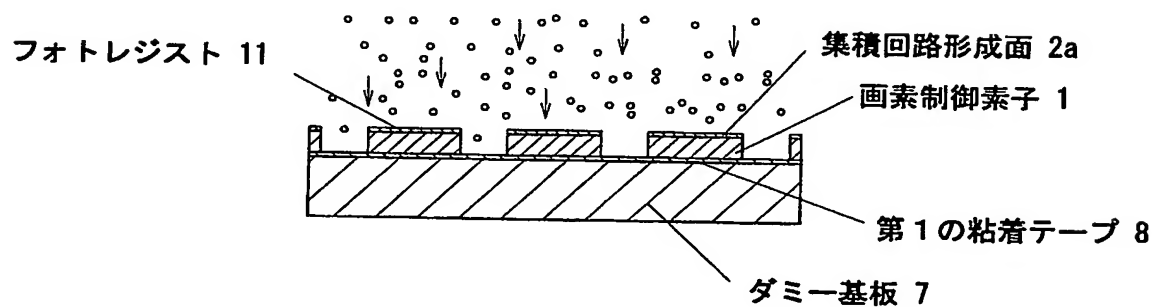
【図 25】



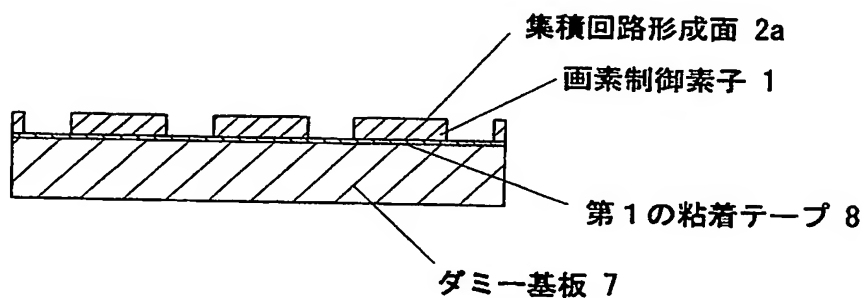
【図 26】



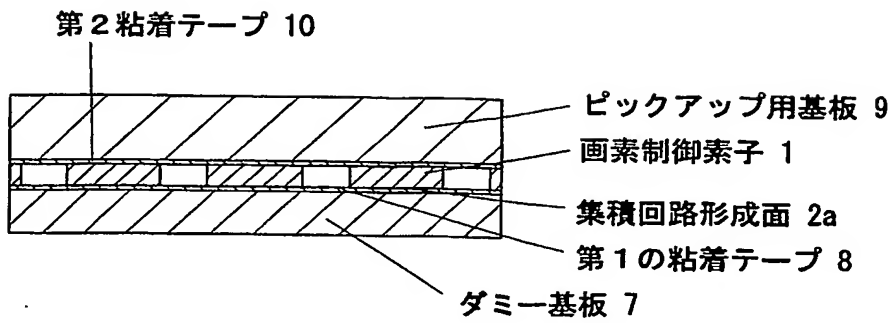
【図 27】



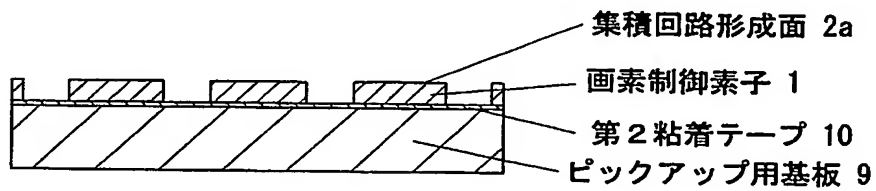
【図 28】



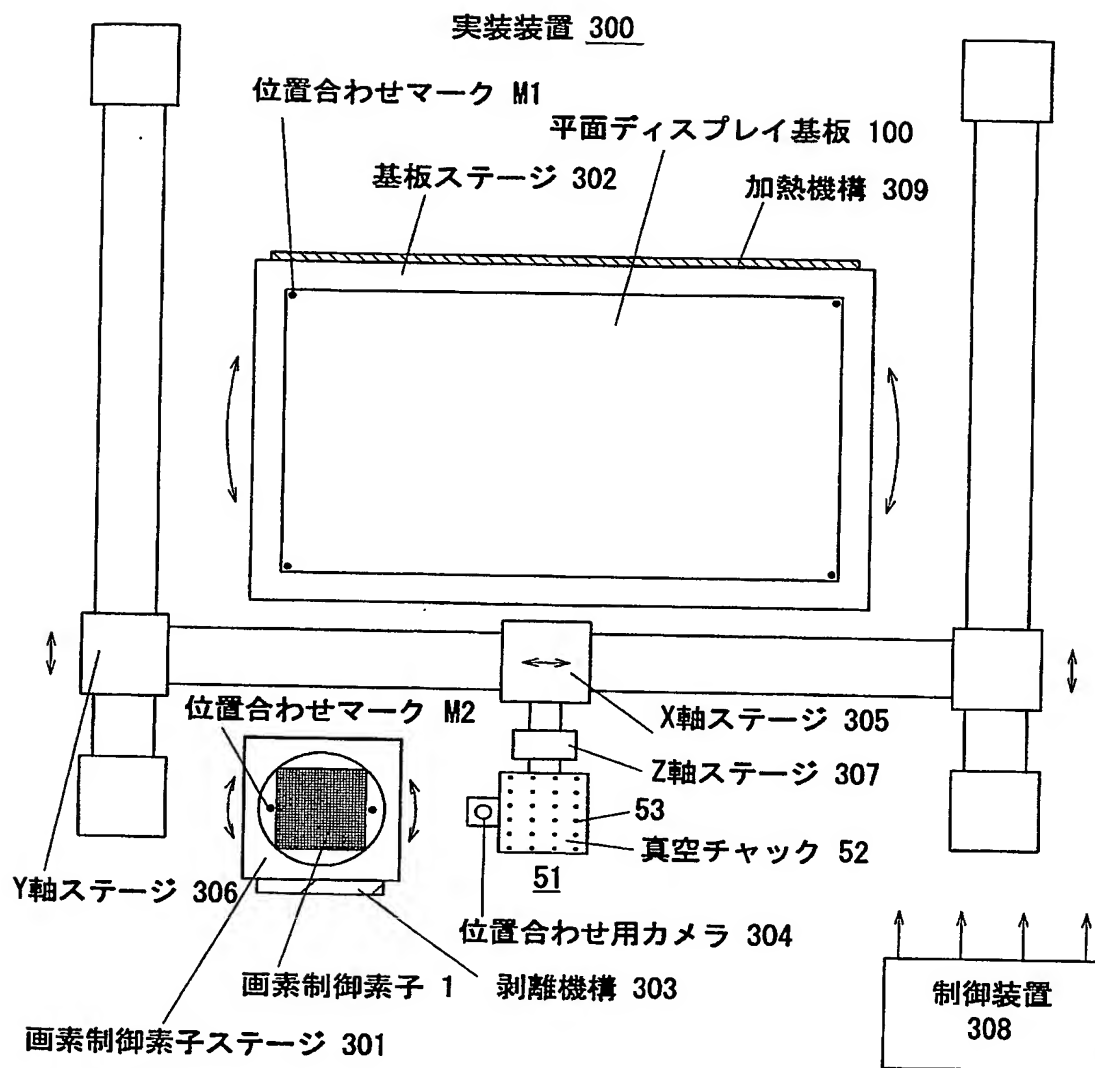
【図 29】



【図 30】



【図 31】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 平面ディスプレイ基板に画素制御素子を選択的に転写するにあたり、作製した画素制御素子が無駄なく実装することができる容易で正確かつ安価な転写方法を提供する。

【解決手段】 平面ディスプレイ基板 1 0 0 のピッチ 1 0 5, 1 0 6 を自然数で叙したピッチ 5, 6 にて画素制御素子 1 を多数形成し、平面ディスプレイ基板 1 0 0 のピッチ 1 0 5, 1 0 6 に対応する画素制御素子 1 を選択的にピックアップし、平面ディスプレイ基板 1 0 0 上に形成した透明熱可塑性樹脂フィルム 1 0 1 の塑性変形により画素制御素子 1 を保持させ、透明紫外線硬化樹脂膜 1 0 4 により画素制御素子 1 の周辺を固定する。

【選択図】 図 1 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 3 4 6 0 4
受付番号	5 0 2 0 1 7 4 2 9 1 7
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 4 年 1 1 月 2 0 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年11月19日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 3 4 6 0 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 9 6 1 4 1 5 5 0]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 6 年 9 月 6 日

新規登録

住 所
氏 名

石川県能美郡辰口町字旭台1丁目50番地A-25
松村 英樹

2. 変更年月日
[変更理由]

2 0 0 0 年 6 月 2 1 日

住所変更

住 所
氏 名

石川県金沢市南四十万3丁目93番地
松村 英樹

特願 2 0 0 2 - 3 3 4 6 0 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 4 7 7 7 4]

1. 変更年月日

1 9 9 8 年 6 月 3 0 日

[変更理由]

住所変更

住 所

石川県金沢市南森本町リ 9 5 番地

氏 名

株式会社石川製作所

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 1 月 1 0 日

[変更理由]

住所変更

住 所

石川県金沢市北安江 1 丁目 3 番 2 4 号

氏 名

株式会社石川製作所